

01-062

APPLICABILITY OF LEAN PROJECT MANAGEMENT

Alvarez Cabal, Jose Valeriano⁽²⁾; Baelo, Hector⁽²⁾; Villanueva Balsera, Joaquin⁽²⁾; Martínez Huerta, Gemma⁽²⁾; Mesa Fernández, José Manuel⁽²⁾

⁽¹⁾universidad de oviedo, ⁽²⁾Universidad de Oviedo

Lean project management is based on the principles of lean manufacturing and Six Sigma methodology, incorporating tools based on quality management and statistics that are integrated into project management. Nowadays, the market demands for a combination of flexibility and speed leads to the development and implementation of agile methodologies, which are fully established in the ITC sector and seen as a way forward. This paper explore which aspects of lean management can be incorporated into the conventional methodologies of project management, which complement them and which can be a connection with agile methodologies. To this effect, a review of the state of the art of lean project management is done, focusing on the proposed tools and on which areas of the project can be used. From this information, a review of its adequacy to conventional and agile methodologies is performed in order to make a proposal of integration into PMI methodology.

Keywords: *lean management; methodologies; agile*

APLICABILIDAD DEL LEAN PROJECT MANAGEMENT

La gestión de proyectos esbelta (lean Project management) se basa en los principios del lean manufacturing y los métodos de los seis sigma, incorporando herramientas basadas en gestión de calidad y estadística que se incorporan a la gestión de proyectos. En la actualidad, la combinación de flexibilidad y de rapidaz que exige el mercado lleva al desarrollo de la implantación de metodologías ágiles, muy implantadas en el sector TIC y vistas como una vía de futuro en la generalidad. Esta ponencia explora que aspectos del lean management pueden ser incorporados a las metodologías clásicas de gestión de proyectos, cuales las complementan y cuáles pueden ser una conexión con metodologías ágiles. Para ello, se realiza una revisión del estado del arte del lean Project management, centrándose en las herramientas propuestas y en que áreas del proyecto pueden usarse. A partir de esta información se realiza una revisión de su adecuados a metodologías clásicas y ágiles, para proponer una propuesta de integración en la metodología PMI.

Palabras clave: *lean management; metodologias; agiles*

Correspondencia: Jose Valeriano Alvarez Cabal; valer@api.uniovi.es



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

Hay muchas aproximaciones distintas a la gestión de proyectos. Durante mucho tiempo la gestión de proyectos se enfocó a optimizar el desarrollo de proyectos en los que el objetivo se presuponia inamovible (al menos, en la mayor parte) y donde el requisito fundamental era entregar lo solicitado cumpliendo los requisitos de plazo y coste. Este enfoque subyace en las aproximaciones clásicas, o pesadas (en contraposición con las ágiles). El otro concepto fundamental de estas aproximaciones es la necesidad de una dirección del proyecto, centralizada en la persona del director de proyecto. Este concepto centralizado, integrador se manifiesta, además, en la necesidad de realizar una planificación tan detallada como sea posible del futuro desarrollo del proyecto. Se trata de trazar cual va a ser el camino a seguir por el desarrollo y dotarse de las herramientas adecuadas para poder ejecutarlo y controlarlo. Dentro de estas aproximaciones hay metodologías completas, como PRINCE, o conjuntos de buenas prácticas como el PMBoK de PMI, entre otros. Otros enfoques se centran en la figura del director de proyectos exponiendo las habilidades que debe poseer como la ICB4 de IPMA. Tomando como ejemplo, el PMBoK, por su gran difusión y relativa sencillez, esta se explicita en un conjunto de procesos con los que el director de proyecto puede asegurarse de iniciar, planificar, ejecutar, controlar y cerrar adecuadamente el proyecto. Imponen procesos disciplinados para hacer los trabajos a realizar más predecibles y eficientes, lo que les hace menos rápidas en el cambio, pero más estables en proyecto con objetivo definido y con gran número de participantes.

(Fowler 2001) critica que son aproximaciones que conducen a una operativa, en los proyectos, excesivamente burocrática y que el seguir los procedimientos podría ralentizar el avance. Al intentar hacer la planificación completa de forma anticipada y tan detallada como sea posible se emplea mucho esfuerzo y se toman decisiones que hacen la ejecución posterior menos flexibles. A ello se le acompaña una elevada exigencia documental en los elementos de gestión.

Se podría denominar estas aproximaciones como pesadas, en un doble sentido. Por un lado, dotadas de gran inercia y con dificultades para cambiar de dirección de avance. La respuesta ante proyectos con objetivos no totalmente definidos será por lo tanto muy deficiente. Para este tipo de proyectos surgen las metodologías ágiles que se originan en el campo de las TIC, pero que están aplicándose en otros entornos de forma cada vez más frecuente. De hecho, la sexta versión del PMBoK ya incorpora, de forma complementaria, la aproximación ágil (agile). Por otro lado, se pueden considerar pesadas como dotadas de un exceso de elementos que pueden ser retirados sin afectar al resultado. Esta es la aproximación del pensamiento lean (al menos, una de sus partes más representativas). De esta forma se consigue la aparente paradoja de conseguir que haciendo menos el proyecto avance más rápido, manteniendo la calidad exigida. Otra aproximación a la gestión de proyectos a considerar sería el modelo PM² desarrollado por la Comisión Europea. Es un modelo creado teniendo presentes las necesidades de los proyectos de las instituciones europeas. El modelo incorpora un modelo de gobernanza, unas fases, un conjunto de procesos y herramientas (PM² 2016). En esta ponencia se pasa revista a las características de la gestión de proyectos lean, planteándose su encaje con las aproximaciones más clásicas a la gestión de proyectos como el PMBoK. Se ha preferido en esta ponencia centrarse en la comparación con la metodología reflejada en el PMBoK, por ser, a juicio de los autores, más conocida actualmente y más sencilla que la PM², y estar la aproximación IPMA más ligadas a competencias, enfoque más alejado al de la gestión lean.

2. Lean management

El Concepto “Lean production” fue utilizada, la primera vez, por (Womak et al, 1990), en el libro “*The Machine That Changed the World*”, documento en el cual se describieron las principales ideas relatadas por Taiichi Ohno, considerado el creador del Toyota Production System, sinónimo del Lean Manufacturing. En este libro inicial, “lean producción” se muestra como:

- Una filosofía de administración de las operaciones.
- Hacer más con menos: menos esfuerzo y estrés de las personas, menos equipo, menos espacio, menos recursos y en menos tiempo.
- Acercarse cada vez más a entregarle al cliente exactamente lo que quiere (calidad, costo y entrega), en el momento preciso que lo necesita, ni antes ni después.

El principal objetivo de esta filosofía es maximizar el valor y minimizar el desperdicio a lo largo de las tareas de un proceso/proyecto. (Ohno 1988), en su libro, descubrió los siete desperdicios que son autores de las pérdidas de productividad de las compañías (muda). Deben identificarse y tratarse en la localización donde se producen, en el Gemba (a pie de planta) porque es ahí donde ellos ocurren, y donde es necesario eliminarlos. Los siete desperdicios que identifica en la manufactura son Transporte, Inventario, Movimientos, Esperas, Exceso de procesamiento, Sobreproducción y Defectos.

Cada tarea completada puede ser de uno de los siguientes tipo:

- Generadora de valor para el cliente.
- Facilitadora, no representa valor para el cliente pero es requerida por otras que si lo aportan
- Desperdicio, si no es deseada por el cliente o no es necesaria para otras que si lo hacen.

En el núcleo del concepto del pensamiento lean (Lean Thinking) se encuentra la existencia de un equipo de trabajo motivado, flexible y con capacidad para resolver continuamente problemas. Deben estar continuamente detectando los fallos, ya que su detección es la puerta a una oportunidad de mejora.

Eliminar los desperdicios es uno de los enfoques centrales de la metodología Lean Management: recursos no utilizados, esfuerzo innecesario...Según los estudios de (Kadarov, 2016) a los siete desperdicios clásicos se puede añadir el desperdicio de talento. Evitar este desperdicio es especialmente relevante en los proyectos en los que son las capacidades de los integrantes del equipo los principales responsables de su éxito o fracaso.

3. Dirección de proyectos lean

(Ballard 2003), consideran que un proyecto puede considerarse como un sistema de producción temporal siendo, por lo tanto, completamente viable la introducción de la metodología Lean como una herramienta para la dirección de proyectos (Lean Project Management). Cuando se organizan para entregar el producto maximizando el valor aportado y minimizando el desperdicio, se pueden considerar proyectos “lean”. Las metodologías Lean Project Management son la aplicación de los principios del Lean Manufacturing al proceso de dirección de proyectos (Moujib, 2007). Esto significa, basar los esfuerzos en alcanzar la misma meta, maximizar el valor mientras se minimizan los desperdicios. En la figura siguiente, basada en las indicaciones de (Womak, 2003) se reflejan los cinco principios fundamentales del Lean Project Management:

Figura 1 Principios del Lean Project Management



El Pensamiento LEAN define valor como, aquello que se ofrece (bajo la forma de producto o servicio) al cliente y que éste considera como importante. Se refiere al nivel de satisfacción que el cliente experimentó como resultado de lo que le fue ofrecido Otra forma de definirlo sería cualquier cosa por la que el cliente está dispuesto a pagar. Cualquier actividad que no incremente el precio que pagaría el cliente no le supone una mejora apreciable. Este concepto de valor enlaza con el concepto de calidad percibida, puesto que no se refiere el valor a prestaciones que puedan ser interesantes para un técnico o que sean difíciles de conseguir, sino que se evalúa exclusivamente por la aportación que le ofrece al cliente, y, además, conforme lo percibe este.

La idea de flujo de valor (value stream) es crítica. para el director de proyectos. Por analogía con los materiales que fluyen a través del proceso de fabricación, se puede suponer que la información fluye a través de procesos de gestión de proyectos. A medida que la información fluye a través de este proceso, las actividades de gestión de proyectos realizadas agregan valor a la información. Se transformarían los datos de las entradas en resultados como la definición del alcance, la programación temporal, ... También aparecen desperdicios en función del nivel de precisión del alcance inicial del producto.

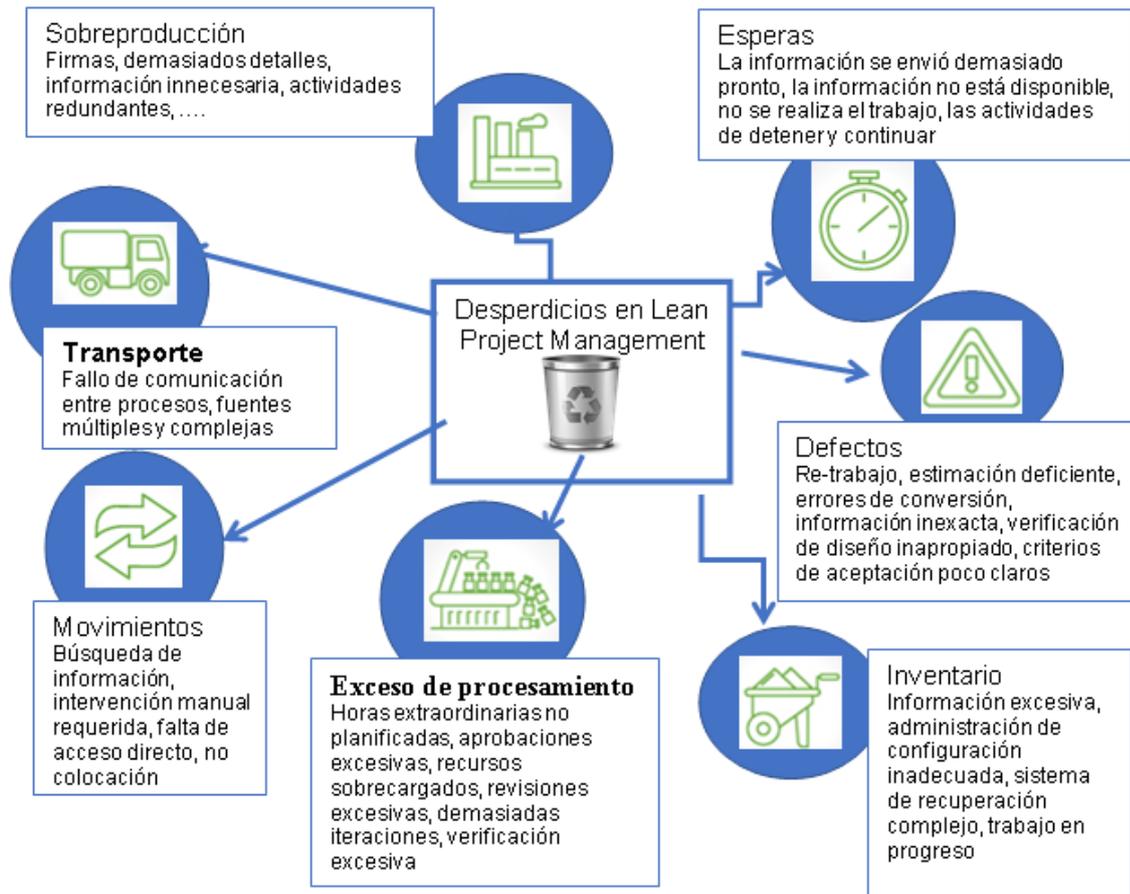
En (Kummer, 2017) se da algunos ejemplos de generadores de desperdicio habituales en los proyectos:

1. Reuniones. A veces los participantes en un Proyecto tienen la sensación de que dedicando más tiempo a estar en reuniones que a realizar otro tipo de trabajo. Elaboración de documentación.
2. Elaborar documentación requiere un esfuerzo que debe medirse cuidadosamente. No se trata de considerar situaciones de en las que no hay documentación en absoluto (propias de agile, y que deben combinarse con otras características de estas aproximaciones), pero no es necesario hacer un informe de 10 páginas cuando se

puede contar en dos párrafos. El desperdicio de tiempo se produce en las dos direcciones: por la pérdida de tiempo por la documentación excesiva y por la pérdida de información por la documentación insuficiente que puede provocar que se repitan tareas o se cometan errores que podrían haberse evitado.

Si se aplican las siete categorías de desperdicios de fabricación a la información, se pueden identificar los desperdicios a evitar, tal y como se refleja en la siguiente figura:

Figura 2 Desperdicios (muda) en la gestión de proyectos



Una gestión de proyectos lean no es solamente evitar el desperdicio de tiempo, materiales, etc. Un aspecto fundamental, que lo diferencia de las aproximaciones clásicas es la importancia que se debe dar a los miembros del equipo de proyecto, que deben ser formados, otorgarles poder para tomar decisiones. El enfoque lean no se basa en que el director lo interiorice y este pendiente del valor que añade cada tarea y de evitar los desperdicios. Todos los participantes en el proyecto deben tener la misma actitud. Esto no le quita la relevancia a la figura del director de proyecto que debe dar soporte y liderar con el ejemplo la adopción de la metodología lean.

Como guía de las competencias a desarrollar en los individuos que forman parte del Proyecto se pueden usar estándares que describen habilidades y cualidades necesarias en los participantes de un proyecto como la IPMA ICB4.0. Las competencias ICB4 están incluidas en tres áreas: Personas (10), Práctica (14) y Perspectiva (5) reduciéndose a 29 desde las 46 del ICB3. Cada competencia incluye los conocimientos y habilidad necesarias para demostrar el disponer de la misma.

Las fases de un proyecto en el Lean Project Management son las siguientes (Ballard, 2003):

- Definición del proyecto. Se definen los propósitos y valores del cliente y de los involucrados. Deben participar representantes de cada etapa del ciclo de vida de la instalación.
- Diseño Lean. El diseño Lean desarrolla y alinea el diseño de productos y procesos a nivel de sistemas funcionales. Esta fase, difiere de la práctica tradicional, en el aplazamiento sistemático de la toma de decisiones hasta el último momento con el objetivo de disponer de más tiempo para desarrollar y explorar alternativas.
- Suministro Lean. El suministro Lean, consiste en la ingeniería de detalle, fabricación y entrega.
- Montaje Lean. Comienza con la entrega de materiales y la información relevante para su instalación. El ensamblaje finaliza cuando el cliente tiene un uso correcto de la instalación, que generalmente ocurre después de la puesta en marcha.

Una de las características del pensamiento lean (lean thinking) es la disponibilidad de un conjunto de herramientas y métodos disponibles para ayudar a los directores y a los empleados en la mejora, cada una de ellas diseñada para dar luz y eliminar fuentes de desperdicio a través del rediseño de los sistemas. Esos métodos y herramientas incluyen el VSM (value stream mapping), Kanban, 5S, eventos Kaizen, entre muchas otras.

Uno de los enfoques más utilizados es el enfoque Kanban en la que se “enfatisa la entrega “justo a tiempo”. El enfoque principal de Kanban es establecer con precisión qué trabajo se debe hacer y cuándo se debe hacer. Esto se hace priorizando las tareas y definiendo el flujo de trabajo, así como el tiempo hasta la entrega. El proceso de Kanban explícitamente presenta las tareas más importantes que requieren la mayor atención con el objetivo de reducir el riesgo de no ser completadas, y también para aumentar la flexibilidad entre otras tareas en el proyecto”. Los 5 principios fundamentales del Kanban son los siguientes:

- Visualizar el flujo de trabajo
- Limita la carga de trabajo. Se asignan tareas cuando hay capacidad para hacerlo.
- Permite gestionar con facilidad el flujo, ya que es visible por todos.
- Hace explícitos los procesos
- Motiva al equipo y favorece la colaboración

Kanban incluye una ayuda visual, usualmente de bajo contenido tecnológico. Incluye una serie de espacios que se corresponden con categorías de los trabajos, los que ya han sido realizados, los pendientes de comenzar, etc. Puede dividirse a conveniencia. La idea central es la idea de “tirar”. Cuando un elemento sale de un espacio, queda hueco (capacidad de trabajo) para incluir otro del espacio precedentes. Con eso se visualiza la carga de trabajo y el avance del proyecto de forma sencilla y directa.

3. Comparativa y aportaciones

Las aproximaciones clásicas (o pesadas) a la gestión de proyectos, que se basan en buenas prácticas profesionales que se pueden aplicar a una amplia gama de proyectos, pueden ser complementadas por otras metodologías de gestión provenientes de otros campos. El Project Management book of Knowledge (PMBok) ofrece un conjunto de buenas prácticas de amplia difusión y aplicable a proyectos de cualquier tipología. Se va a utilizar esta metodología como referencia para reflexionar hasta qué punto la gestión de proyectos lean

suponer una aproximación diferente y contrario, o más bien, una aproximación complementaria. Para ello se tomarán como base las, no las etapas o los procesos, ya que el nivel de detalle no parece el conveniente. PMBoK agrupa los procesos en una serie de Areas a las que enfoca la labor del Director de Proyecto.

Pero antes de comenzar con un recorrido pormenorizado, la forma en que se acercan al problema es diferente. La aproximación PMI mantiene un enfoque orientado a procesos ligado a asegurar que el Director de Proyecto realiza las labores de gestión, que en base a la experiencia de profesionales con amplia experiencia, aseguran una mayor probabilidad de alcanzar el triángulo de objetivos del proyecto: coste, plazo y calidad. Dirige la atención del DP a una serie de procesos y labores que debe realizar a lo largo del ciclo de vida. Cada uno de estos procesos se define por sus entregables, siendo el DP el responsable de “empujar” los procesos. Realizando estos procesos se asegura una gestión, al menos adecuada, del proyecto. La orientación inicial del lean está totalmente centrado en la eficiencia en conseguir valor para el cliente. Todas las labores que se deben a realizar se hacen porque aportan valor, o porque son necesarias para otras que aportan valor. La aproximación lean no se centra en los objetivos que el cliente define para el proyecto, sino en los objetivos del cliente, asegurándose que todo lo que realiza tiene valor. En el proceso de definición de alcance del PMBoK se realiza una verificación por parte del cliente, en el que este puede indicar que labores no será preciso ejecutar por no aportarle valor suficiente. Pero la dirección de proyectos lean va mucho más allá convirtiendo la creación de valor para el cliente en la medida de todas las actividades. A partir de estas tareas que crean valor se van generado las tareas a realizar por tracción (pull). Esta idea de eficiencia marca la peculiaridad más característica de la aproximación lean: evitar el desperdicio. Mientras que en la aproximación PMBoK el DP debe seleccionar el grado de profundidad con el que aplica cada proceso de gestión, en el lean es el valor aportado el que regula este proceso, realizándose solo las labores necesarias.

En cuanto a la planificación temporal, la orientación fundamental de la aproximación PMBoK es que se disponga de un Plan de Proyecto tan completo y ajustado como sea posible. El uso de métodos del camino crítico permite detectar aquellas tareas que marcan el plazo final del proyecto y que merecen especial vigilancia. En la aproximación lean, la aceleración del proyecto se produce al evitarse labores no necesarias o ajustando el trabajo a realizar a lo que el cliente valora. De esta forma, trabajando menos se consigue avanzar más, evitándose el desperdicio de tiempo y dinero.

Si coloquialmente, la aproximación lean se podría resumir con un “evitar desperdiciar recursos”, para la aproximación PMBoK se podría resumir en un “planéalo antes de hacerlo”. Todo debería estar planeado de antemano, establecido un Plan de Proyecto tan completo como sea posible. Una vez planeado la labor debe ser ejecutarlo y realizar el control oportuno. Esto requiere tomar decisiones sobre lo que va a ocurrir en el futuro, siendo posible encontrarse con situaciones inesperadas y no deseadas, lo que representan riesgos para el proyecto. Mientras que la aproximación PMBoK hace hincapié en la planificación y en una aproximación proactiva a la gestión de riesgos, las aproximaciones lean considera que planificar ciertas situaciones que puedan estar sujetas a factores que ahora no conozco es un desperdicio de tiempo, y que gestionar los riesgos que conlleva es otro esfuerzo que bien se puede evitar. Para ello, siempre que sea posible, se posponen las decisiones de forma que se minimicen las actuaciones debidas a riesgos. Con ello, no se dispone de una planeación tan detallada de lo que va a pasar en el proyecto, pero el objetivo del proyecto es el resultado que desea el cliente, no la planificación.

En cuanto a la gestión de recursos humanos, el interés fundamental de la aproximación PMBoK es asegurar su disponibilidad. Son precisos para realizar las labores que están incluidas en la planificación y deben estar formados y motivados. La aproximación lean les considera el elemento fundamental para el éxito del proyecto. Los recursos deben tener

capacidad para tomar decisiones, para lo que deben conocer que representa valor para el cliente. Detectar que labores suponen un desperdicio de tiempo y recursos es una labor de todos los miembros del equipo. El foco en la creación del equipo es máxima en el enfoque lean, y aunque no está, ni mucho menos, excluido en la aproximación PMI, la intensidad de la exigencia es mucho menor. De entre todos los desperdicios que pueden aparecer en la gestión de un proyecto, uno especialmente relevante es el desperdicio de talento que aparece cuando un trabajador no está adecuadamente formado, o cuando no está haciendo las tareas para las que está más preparado y/o motivado. El utilizar mejor los recursos disponibles evita las situaciones de sobreesfuerzo y estrés, tan típicas en las cercanías de los plazos, cuando se hace necesario recuperar el tiempo y el talento desperdiciado.

El enfoque en la eficiencia abarca también la toma de decisiones de aprovisionamiento y en fase de diseño del proyecto. El enfoque lean integra el ciclo de vida del producto o servicio y la del proyecto. Una decisión de adquisición de un equipo no solo debe considerar el coste y plazo de adquisición y el cumplimiento de requisitos sino los efectos que se van a producir una vez que el proyecto finalice con un resultado de funcionamiento. El extender el ciclo de vida del proyecto para descubrir las afecciones posteriores acerca el enfoque lean al pensamiento de ciclo de vida y a herramientas como el ciclo de vida de coste (LCC, life cycle cost). Ligado al mismo concepto de eficiencia, los enfoques lean aseguran que se adquiere solo lo preciso, que se evitan almacenamientos innecesarios, asegurando que se utilizan solo los materiales precisos, en una orientación que se integra con el Green Project Management.

En la siguiente tabla se resumen los aspectos comentados:

Tabla 1 Comparativa PMBoK vs Lean

	PMBoK	Lean
Objetivos de la gestión del proyecto	Calidad, plazo, coste dentro del alcance establecido	Valor, tal y como es percibido por el cliente
Adecuación de los procesos de gestión	Relevancia de los procesos en función del tipo de proyectos	Las labores a realizar aparecen empujadas por la creación de valor
Tiempos	Planificación temporal completa Métodos del camino crítico	Reducción de plazos al evitar tareas innecesarias o reducir los requisitos de las mismas a lo estrictamente necesario
Riesgos	Gestión proactiva	Tomar las decisiones lo más tarde posible. Gestionar solo los riesgos más relevantes
Recursos	Asegurar la disponibilidad de recursos	No desperdiciar el talento Empoderar el personal
Aprovisionamiento/Ejecución	Gestión de Compras	Cadena de valor Pensamiento de Ciclo de Vida Green Project Management

4. Conclusiones

A la hora de elegir la forma en que se gestiona proyectos, aparecen muchas aproximaciones diferentes generadas a partir de experiencias profesionales, metodologías aplicadas en otros campos de gestión, conjuntos de habilidades requeridas por el director y el equipo. Como sucede en las ciencias del comportamiento, aparecen nuevas aproximaciones que solventan ciertos problemas, hasta que aparece otra que se enfoca en el punto más débil y la reemplaza. En el campo de la gestión de proyecto hay una influencia creciente de las metodologías ágiles, que han desplazado de determinados tipos de proyectos a las metodologías pesadas. Pero estas siguen siendo adecuadas para proyectos que involucran a un equipo muy grande, o que no está sujeto a grandes cambios, o que no puede realizarse como una sucesión de conjuntos funcionales. Pero, las metodologías pesadas orientadas a procesos presentan inconvenientes bien conocidos: tendencia a la burocratización, exceso de centralización, mucha carga de gestión y de elaboración de documentación, entre otros. Las metodologías lean pueden aportar la solución a buena parte de estos inconvenientes centrando la gestión en la creación de valor para el cliente y evitando los esfuerzos innecesarios que tanto lastran en ocasiones el plazo y coste de los proyectos. Sería conveniente elaborar una metodología que recoja las áreas de conocimiento del PMBoK, la orientación al cliente y a la eficacia del lean y los conceptos de ciclo de vida extendido (integrando ciclo de vida de producto y de proyecto),

5. Referencias

- Anderson, D (2010): Kanban - Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. David J. Anderson & Associates, Seattle.
- Ballard, G & Howell, G. A. (2003): Lean Project Management. Building Research & Information (31)2: 119–133.
- Fowler, M. & Beck, K. (2001) Planning Extreme Programming. New Jersey: Addison-Wesley
- Kadarova, J. & Demecko, M. (2016): New approaches in Lean Management. Procedia Economics and Finance (39): 11–16.
- Kummer (2017), The Lean Project Manager: Six principles to do more with less in the project management world, AFNIL, ISBN-13: 978-2954474816
- Moujib, A (2007): Lean Project Management. ponencia presentada en el Project Management Institute Global Congress 2007 - EMEA, Budapest.
- Ohno, T. (1988): Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, Portland.
- PM2 (2016) Project Management Methodology Guide, Publications Office of the European Union, 2016, disponible en <http://europa.eu>
- Rever, H. (2010): Six Sigma Can Help Project Managers Improve Results. International Institute for Learning: 1–5.
- Vukanovic, M., Young, M., Huynink, Sven (2016) IPMA ICB 4.0 —A global standard for project, programme and portfolio management competences, International Journal of Project Management, Volume 34, Issue 8, November 2016, Pages 1703-1705
- Womack, J.,P. & Jones, D. T. & Roos, D (1990): The Machine that Changed the World. Rawson Associates, New York.

Womack, J.T. & Jones, D. T. (2003): *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press, New York.