

Análisis comparativo de metodologías de gestión de proyectos en construcción: Cascada, Ágil y Lean
Comparative analysis of project management methodologies in construction: Waterfall, Agile and Lean

Jefferson Alexis Paredes Plaza, Darío Páez Cornejo

**CIENCIA E INNOVACIÓN EN
DIVERSAS DISCIPLINAS
CIENTÍFICAS.**

**Julio - Diciembre,
Vº5-Nº2; 2024**

- ✓ **Recibido:** 25/07/2024
- ✓ **Aceptado:** 02/08/2024
- ✓ **Publicado:** 31/12/2024

PAIS

- Ecuador, Manta.
- Ecuador, Manta.

INSTITUCIÓN:

- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

CORREO:

- ✉ jefferson.paredes@pg.uleam.edu.ec
- ✉ julio.paez@uleam.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0002-5611-7746>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-9245-4653>

FORMATO DE CITA APA.

Paredes, J. Páez, D. (2024). *Análisis comparativo de metodologías de gestión de proyectos en construcción: Cascada, Ágil y Lean*. G-ner@ndo, Vº5 (Nº2), 310 -334.

Resumen

Este artículo realiza un análisis detallado de las metodologías de gestión de proyectos en construcción, centrándose en Cascada, Ágil y Lean. Destaca la importancia de adaptar estos procesos a la creciente complejidad y nuevas demandas del sector. El propósito es identificar y analizar cada metodología, evaluando su estructura, flexibilidad, enfoque en el cliente, gestión y control, y los riesgos asociados. Se concluye que cada metodología tiene ventajas y desventajas específicas. Cascada es ideal para proyectos con requisitos claros y estables, gracias a su estructura secuencial y documentación exhaustiva, aunque su rigidez es una desventaja en entornos dinámicos. Ágil, con su flexibilidad y adaptabilidad, es perfecta para proyectos con requisitos cambiantes y que requieren retroalimentación continua. Lean, enfocada en la eficiencia y eliminación de desperdicios, es especialmente útil para maximizar el valor y mejorar continuamente los procesos. La elección de la metodología adecuada depende de las características del proyecto. Los gerentes de proyectos deben evaluar cuidadosamente las necesidades y objetivos del proyecto, considerando la flexibilidad requerida, la importancia de la retroalimentación continua, y la necesidad de eficiencia y eliminación de desperdicios, para asegurar el éxito del proyecto.

Palabras claves: dirección de proyectos, flexibilidad, adaptabilidad, eficiencia, rigidez.

Abstract

This article performs a detailed analysis of project management methodologies in construction, focusing on Waterfall, Agile and Lean. It highlights the importance of adapting these processes to the growing complexity and new demands of the sector. The purpose is to identify and analyze each methodology, evaluating its structure, flexibility, client focus, management and control, and associated risks. It is concluded that each methodology has specific advantages and disadvantages. Waterfall is ideal for projects with clear and stable requirements, thanks to its sequential structure and exhaustive documentation, although its rigidity is a disadvantage in dynamic environments. Agile, with its flexibility and adaptability, is perfect for projects with changing requirements and requiring continuous feedback. Lean, focused on efficiency and waste elimination, is especially useful for maximizing value and continuously improving processes. Choosing the right methodology depends on the characteristics of the project. Project managers should carefully evaluate the needs and objectives of the project, considering the flexibility required, the importance of continuous feedback, and the need for efficiency and waste elimination, to ensure project success.

Keywords: project management, flexibility, adaptability, efficiency, rigidity.

Introducción

La comunicación, la globalización y la informática, así como la gestión de la innovación para satisfacer las necesidades sociales y avanzar en la ciencia y tecnología, impulsa el desarrollo de la sociedad contemporánea. Dentro de este marco la investigación se presenta como un sistema en el que las universidades como parte de la educación superior son fundamentales, son fundamentales en la producción de conocimiento. Estas organizaciones ayudan a personas a superarse y actualizarse y superarse.

La integración de procesos de diseño y construcción es fundamental para mejorar el desempeño de los proyectos. La necesidad actual necesita innovaciones que mejoren la eficiencia y calidad el tiempo y los costos de los proyectos. Por lo que es importante implementar modelos de gestión que incluyan TIC'S basadas en la construcción. Los modelos de desempeño son esenciales para apoyar los diseños utilizados para construcciones virtuales. Los proyectos basados en construcción en todo el mundo están mejorando gracias a nuevas herramientas tecnológicas. Desde el inicio es importante incluir arquitectos, ingenieros y supervisores para ayudar a evaluar limitaciones que ayuden a reducir incompatibilidades para evaluar limitaciones y solucionar problemas.

La metodología cascada es un modelo de desarrollo de proyectos secuencial y lineal. La conceptualización, análisis, diseño, construcción, implementación, pruebas y mantenimientos son parte de este método. Se debe completar cada etapa antes de pasar a la siguiente para garantizar un proceso ordenado y sistemático. Las etapas inician desde la idea inicial hasta el mantenimiento del proyecto, lo que no es permite un control y planificación rigurosos en cada paso del proceso.

Las metodologías ágiles son enormemente flexibles y adaptables a los proyectos de desarrollo. Estos proyectos se dividen en partes más chicas, lo que facilita una gestión más positiva. Es fundamental mantener una comunicación constante con colaboradores y usuarios, lo que permite ajustes rápidos según los cambios en las insuficiencias del cliente. La capacidad

de adaptarse a nuevas necesidades, con entregas frecuentes y ciclos de reconocimiento y retroalimentación constantes, es lo que define la agilidad. Esta metodología responde que el proyecto se adapte a las necesidades y perspectivas del cliente, lo que mejora la eficiencia y efectividad del proceso.

Para reducir el desperdicio en los procesos de producción, Lean Manufacturing adoptó las ideas del sistema de producción de Toyota (TPS) de los años cuarenta. Su aplicación directa en industrias discretas, como las de ensamblaje, ha sido rápida, pero aún se está desarrollando en industrias de procesos continuos. Varios estudios recientes han examinado e implementado las ideas Lean en las industrias de procesos y han obtenido resultados notables. El objetivo de la producción eficiente es reducir el desperdicio en cada paso del proceso de producción, lo que aumenta la eficiencia y la calidad del producto final.

Gestión de Proyectos Constructivos

Existen dos variables que han generado dentro de la Gestión de Proyectos Constructivos cambios realmente significativos, siendo estos: la aparición de estándares y los adelantos tecnológicos, lo que ha producido que las acciones de dirección en las construcciones se mantengan constantes, pero las variables de estudio como: decisiones, tiempo, eficiencia, eficacia, satisfacción del cliente, entre otros, han sido aspectos cambiantes en el tiempo.

Al abordar la gestión de proyectos existen varios hitos históricos que son de mucha relevancia y sobre todo de interés recordarlos, por ejemplo, a quien es considerado por DeBicki el precursor de la gestión de proyectos, Karol Adamiecki, que según establece Fernández Reynaga, R. , “Fue uno de los fundadores de la ciencia de la organización y gestión. También fue el primero en utilizar grafico de barras para mostrar la relación entre actividades y el tiempo. A este diagrama le llamó como Harmonograma”. Incorrectamente se indica que Adamiecki fue quien creó el Diagrama de Gantt, ya que de acuerdo con datos históricos esto se genera unos años después por otro de los autores que se citan, sin embargo, esto no desmerece en lo absoluto del gran aporte y las bases que se generan en la gestión de proyectos.

Uno de los aportes en esta área de manera significativa es la que hizo Henry Gantt [3], quien diseñó una de las herramientas más utilizadas en el campo de la ingeniería. De acuerdo con Huanca & Cueto, establece que en el diagrama se presenta: "...las actividades del proyecto en el eje vertical y el tiempo de ejecución de cada actividad en el eje horizontal. Cada actividad para realizar se representa por una barra rectangular de la cual su longitud representa la duración.", esto marca un camino o ruta que permite al planificador establecer prioridades y sobre todo valorar los tiempos cerrados de tal manera de determinar la ruta crítica.

Resulta relevante en este proceso de ver cómo ha evolucionado la gestión de proyectos, revisar el método de las 5Y o el método de los cinco porqués, que vienen de la mano de su mentor, Taiichi Ohno en 1950, quien trabajaba en la Corporación Toyota Motor. El autor Ogbamwen, J. [5], define a esta técnica como: "Un componente crítico del entrenamiento a la resolución de problemas, impartido como parte de la inducción en el sistema de producción Toyota. El arquitecto del sistema de producción Toyota, Taiichi Ohno, describió el método de los 5 ¿Por qué? como las bases de un enfoque científico de Toyota". Siendo relevante este método porque daría paso al nacimiento de otros sistemas que integran la criticidad y las conjeturas en el desarrollo de las actividades de planeación.

Contemporáneos a la fecha anterior, aparecen las metodologías PERT (Program Evaluation Review Technique) y CPM (Critical Path Method), que resultan clave para el desarrollo de proyectos, ya que ingresan a este campo puntos de control de mayor precisión otorgando. Como bien sostiene Burke : "estas técnicas cuantitativas en constante evolución en la manera de planificar, programar y controlar proyectos más complejos, que permiten a las organizaciones gestionar mejor los recursos y reducir los plazos de entrega".

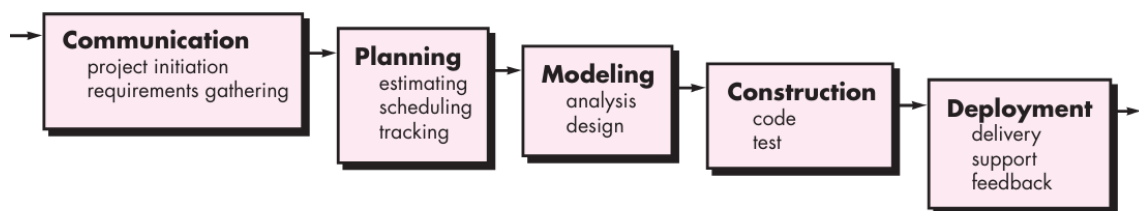
La fundación del Project Management Institute (PMI), en el año de 1969 con 40 voluntarios, sin embargo, unos años más tarde con el desarrollo formal publica la Guía PMBOK (Project Management Body of Knowledge), que se convirtió en un estándar internacional en la gestión de proyectos

Durante la década de 1970, se fortalecen los enfoques sistémicos dentro de la gestión de proyectos, fundamentos por autores actualmente reconocidos como son Peter Drucker y Harold Kerzner. Con esta razón argumentan que: “Las líneas en la modernización de los proyectos se fundamentaron en la adopción de un marco conceptual sólido y enfoques efectivos.”

Metodología Cascada

La metodología cascada o también llamada como metodología tradicional es la más antigua y que aún se pone en práctica, esta se la atribuyen a Winston Royce en el año de 1970. Este modelo es de carácter lógico y secuencial que es empleado para diseño, formulación y gestión de proyectos, también se considera lineal porque sigue una línea desde el punto inicial hasta el punto final del proyecto, en donde cuenta con distintas fases que son: requisitos, análisis, diseño, programación, pruebas y operaciones, como se basa en que se siga la secuencia de paso las fases no se pueden iniciar si no se ha completado la anterior, es decir no se pueden saltar ni dejar incompleta ninguna de las fases. A continuación, se presenta el esquema de este modelo.

Figura 1 Esquema de la metodología cascada



Fuente: (Rodriguez, 2015) pag 27

Esta es una metodología que tiene como parte más importante la planificación, la cual es una parte que toma gran importancia en un proyecto porque es necesario tener planificado un proyecto antes de iniciarlo para tener una visión clara del alcance que va a tener dicho proyecto.

Para (Acuña et al, 2022) “el poder tener esa ayuda de identificar de manera precisa las siguientes tareas a trabajar al finalizar la primera fase del proyecto” lo que asegura que cada una de las fases sean completadas a un cien por ciento, es una ventaja de esta metodología, pero esta no es la única, entre ellas se encuentran:

- Posee una estructura sencilla gracias a que se encuentran definidas por sus fases.
- La cantidad de recursos que se necesitan para implementar esta metodología es mínima.
- Existe una buena documentación del proceso de desarrollo por sus hitos que se encuentran bien definidos.
- Se puede definir los costes y la carga de trabajo que se van a necesitar al empezar el proyecto.

Pero esta metodología para (Rodriguez, 2015) “no utiliza la iteración ni posibilita mecanismos para hacer cambios en los requisitos por lo que nunca encajará en las metodologías ágiles” lo cual se puede ver como una desventaja del modelo, pero existen otras como

- En ocasiones solo se pueden detectar los fallos cuando se ha finalizado el proceso de desarrollo a todo ser una secuencia.
- El tiempo que se tarda en pasar por todo el ciclo es mucho, por lo que se puede convertir en un proceso tardado.
- Es difícil la incorporación de nuevas cosas una vez iniciado.

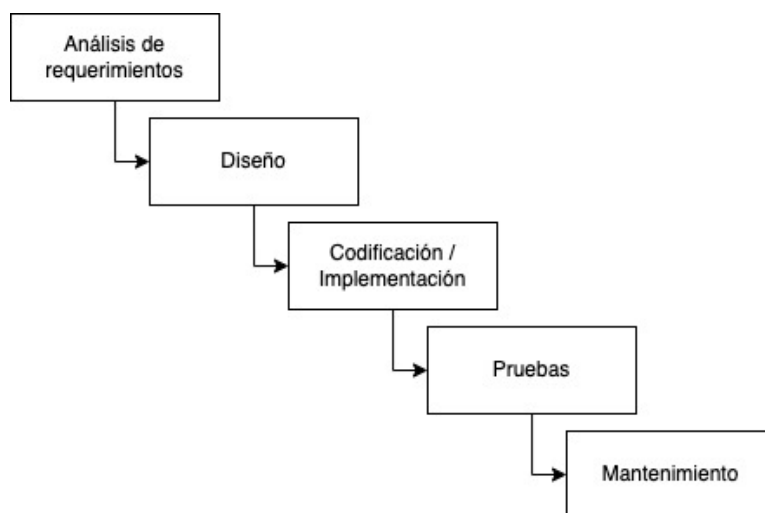
En si esta metodología no es mejor ni peor que otra, solo se debe de elegir de manera apropiada dependiendo del proyecto, pues se puede ver ventajas cuando se elige de manera apropiada.

Autores como Rahman et al. han mencionado que el modelo lineal de cascada es fundamental para el desarrollo de productos y sirve como base para muchas metodologías.

Este modelo ofrece una visión general de los requisitos para cada paso del proyecto. A pesar de que requiere mucho tiempo para su implementación, ofrece la ventaja de identificar claramente las tareas que siguen después de completar cada fase. Asegúrese de que todos los requisitos se cumplan antes de pasar a la siguiente fase. Esta técnica garantiza un progreso ordenado y detallado al revisar cada etapa para asegurarse de que se han satisfecho todos los requisitos antes de continuar. Esta metodología asegura que el proyecto se adapte a las necesidades y perspectivas del cliente, lo que mejora la eficiencia y el proceso.

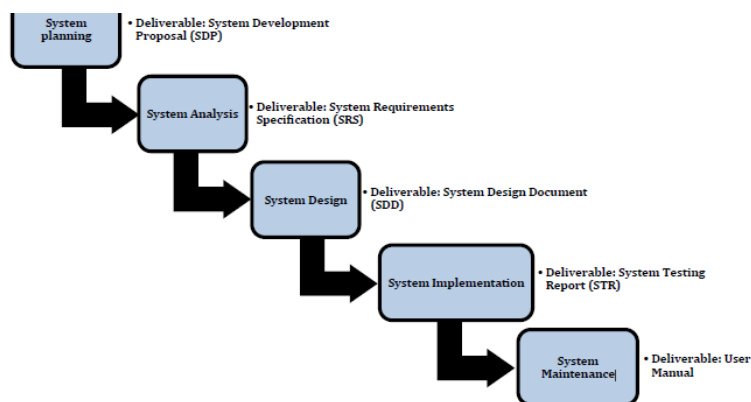
Para Mikoluk, en su estudio menciona que La metodología de cascada se centra en la planificación detallada. Antes de comenzar un proyecto, es fundamental tener una planificación y una comprensión clara de su alcance. Este método se destaca por su enfoque en la planificación y documentación detalladas. Cada paso del proyecto debe estar bien definido y documentado, asegurándose de que todos los requisitos y objetivos estén claramente establecidos desde el principio. Esto permite un progreso ordenado y seguro, reduciendo los riesgos y garantizando que cada paso se complete completamente antes de pasar a la siguiente.

Figura 2 Fases un proyecto utilizando el modelo de cascada,



Una de las tareas más desafiantes y exigentes es el desarrollo de software. Sin software, una computadora es inútil. Por lo tanto, el desarrollo requiere un esfuerzo concertado y trabajo en equipo. Hay muchos modelos disponibles para ayudar a los desarrolladores, pero el modelo de cascada es uno de los más importantes. Este modelo tradicional facilita la comprensión de los pasos necesarios para el desarrollo de software. Aunque toma mucho tiempo, permite identificar con precisión los requisitos para la fase de desarrollo. Consta de cinco pasos: planificación, análisis, diseño, implementación y soporte. Asegúrese de que se cumplan todos los requisitos antes de comenzar la siguiente fase.

Figura 3 Metodología Cascada

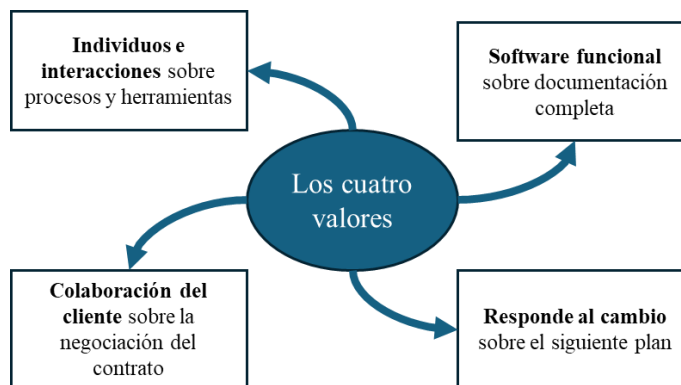


Metodología Ágil

La metodología ágil es aquella que busca estrategias para gestión de proyectos con la finalidad de que estos sean eficientes para poder alcanzar los beneficios que se esperan según lo programado. La aparición de esta metodología se considera que fue a raíz de la aparición de tecnologías disruptivas que son aquellas que tienen tanto un proceso y como la generación de un cambio exponencial, teniendo como ejemplos de estas la tecnología BIM, Big Data, Inteligencia artificial, entre otras. Donde gracias a estas tecnologías en el año 2001 en Utah que pertenece a los Estados Unidos, se reúnen 17 expertos en el ámbito de la informática porque estaban teniendo problemas para el desarrollo de software dejando de ser competitivos frente a empresas más pequeñas, llegando a la conclusión que tenían que mejorar su manera de gestión teniendo como objetivo el poder fabricar sus productos en menor tiempo y poder realizar

modificaciones en el proceso para de esta manera dejar atrás la práctica de ciclos predictivos que era lo normal para ese momento. Como resultado de la reunión se propuso la metodología conocida como “Ágil” fundamentada con un manifiesto ágil que cuenta con cuatro valores y doce principios siendo la base de esta metodología en la figura 2 y tabla 1 se muestran los valores y principios respectivamente.

Figura 4 Valores del manifiesto ágil



Fuente: Elaboración propia con información de (agilemanifesto org, 2001)

Tabla 1 Los principios del manifiesto ágil

Los 12 principios	
1	Nuestra máxima prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software valioso.
2	Bienvenidos los requisitos cambiantes, incluso en las últimas etapas del desarrollo. Los procesos ágiles aprovechan el cambio para lograr la ventaja competitiva del cliente.
3	Entregar software que funcione con frecuencia, desde un par de semanas hasta un par de meses, dando preferencia al plazo más corto
4	Los empresarios y los desarrolladores deben trabajar juntos diariamente durante todo el proyecto
5	Construya proyectos en torno a personas motivadas. Brindeles el entorno y el apoyo que necesitan y confíe en ellos para hacer el trabajo.
6	El método más eficiente y eficaz para transmitir información hacia y dentro de un equipo de desarrollo es la conversación cara a cara
7	El software funcional es la principal medida del progreso
8	Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los patrocinadores, desarrolladores y usuarios deberían poder mantener un ritmo constante indefinidamente.
9	La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la agilidad.
10	La simplicidad (el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado) es esencial.
11	Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños surgen de equipos autoorganizados.
12	A intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre cómo ser más eficaz y luego ajusta y ajusta su comportamiento en consecuencia.

Fuente: Elaboración propia con información de (agilemanifesto org, 2001)

Para (Sánchez R. , 2020) “Poder entregar un producto lo más acorde posible a las características y condiciones planteadas por el cliente, siendo indiferente lo que se hubiese acordado a la firma del contrato” es el principal objetivo de esta metodología, esto quiere decir que pueden existir cambios de acuerdo con lo que estaba estipulado.

La metodología ágiles según (Guzman, 2022) “se desarrollan con ciclos de vida adaptativos, donde cada una de las fases son iteraciones de tiempo fijo, similares a mini proyectos”, esto quiere decir que no se centra en un solo ciclo que comprende todo el proyecto como otras metodologías, si no que se encuentra dividido en donde se hace más fácil realizar cambios ya que no se tendría que replanificar todo. En este modelo las iteraciones cumplen un papel importante porque en cada una de estas se tiene que entregar un incremento parcial es decir como un avance del producto o servicio que se esté brindando. Las iteraciones son como bloques de tiempos en los cuales se debe de cumplir con lo planificado para ese tiempo, en donde el tiempo se va a definir por el equipo de trabajo, lo que quiere decir que se planifica este bloque, se ejecuta y cuando este ya se vaya culminando se debe empezar a planificar el siguiente para poder seguir el mismo proceso.

De la misma manera que en los modelos predictivos consideran unas fases, la metodología ágil también lo hace, proponiendo cinco fases las cuales se van a poder visualizar a continuación en la figura 5.

Figura 5 Fases de la metodología ágil



Fuente: Elaboración propia

En la metodología ágil también se definen roles en el equipo de trabajo de todo el proyecto, en donde hay que tener en cuenta que esta distribución de roles puede que no sea sencilla en diferentes proyectos dependiendo de la complejidad de estos. Pero la metodología ágil por lo general define los roles de la siguiente manera:

- Dueño del producto
- Facilitador del equipo
- Miembro del equipo multifuncional

Con un enfoque plasmado en la construcción se puede definir los roles de cada uno de estos integrantes del equipo.

Por parte del dueño del producto quien va a realizar este rol será el promotor de la obra esto quiere decir que este sería el encargado de dirigir la obra, quien podrá ver de primera mano el avance de esta porque estará inmerso en múltiples reuniones y de esa manera poder dirigir de manera apropiada el esfuerzo del equipo de trabajo para cumplir con los objetivos. Es importante saber que este promotor en muchas ocasiones tendrá que tomar decisiones, en donde algunos ya cuentan con la experiencia para hacerlo, pero de ser el caso de que no la tenga es importante poder consultar o solicitar ayuda a técnicos con experiencia en el ámbito.

El facilitador del equipo también se suele conocer como el gerente del proyecto, el es como un líder para el equipo de trabajo, encargándose de guiar como dar apoyo a los miembros del equipo, es aquel que va a lidiar con los problemas externos para que el equipo pueda centrarse únicamente en el trabajo, en sí estará a cargo de gestionar y coordinar la obra, puede darse el caso que no se requiera de esta figura por el tipo de obra, en todo caso pasaría el rol al director de la obra.

Los miembros del equipo serían cada uno de los integrantes del grupo que trabaja por el cumplimiento de los objetivos del proyecto, se busca que estos puedan terminar en el menor tiempo posible el producto, pero con la máxima calidad, en el sector de la construcción el poder

encontrar el personal con la formación adecuada se torna una tarea complicada por lo que es un aspecto que se debe de tomar en consideración.

Aunque la aplicación de esta metodología se puede realizar en cualquier momento se encuentra más dirigida a los proyectos en donde el nivel de incertidumbre es grande o en los que pueden haber situaciones que provoquen cambios, pues el no tener que cambiar totalmente la planificación del proyecto al irse realizando por interacciones es muy beneficioso porque se ahorra tiempo, costos y trabajo, y el sector de la construcción es uno de los campos donde es beneficioso aplicarlo porque pueden existir cambios en los proyectos y es necesario que se resuelva de la manera más oportuna pero en el menor tiempo posible.

En la actualidad existen muchas metodologías ágiles y aplicada en distintos casos, pero entre las más usadas y famosas se puede encontrar: Lean, Kanban, Cristal, DA (Disciplina Ágil), Kanban, Scrum, Schuman, entre otras.

Ágil representa un conjunto de valores y prácticas de excelencia para el desarrollo de proyectos. Todos los métodos ágiles están cimentados en el poderoso Manifiesto Ágil, fruto del ingenio y la colaboración de un grupo selecto de expertos, los mismos visionarios detrás de estas metodologías revolucionarias. Su objetivo es cristalino y audaz: acordar y definir valores que impulsen a los equipos de trabajo a gestionar sus proyectos con una eficiencia insuperable, una rapidez asombrosa y una adaptabilidad extraordinaria ante los cambios.

Ágil encarna un conjunto de valores y prácticas de élite para el desarrollo de proyectos. Todos los métodos ágiles están cimentados en el formidable Manifiesto Ágil, una creación brillante y colaborativa de un grupo selecto de expertos visionarios, los mismos pioneros de estas metodologías innovadoras. Su misión es audaz y clara: establecer y definir valores que impulsen a los equipos de trabajo a gestionar sus proyectos con una eficiencia inigualable, una velocidad vertiginosa y una adaptabilidad extraordinaria ante cualquier cambio.

Figura 6 Principios de la metodología ágil

Metodología Lean

Lean Manufacturing surgió como una solución innovadora y revolucionaria para eliminar el desperdicio en los procesos de producción, incorporando conceptos pioneros del Sistema de Producción de Toyota (TPS). Este sistema, concebido y perfeccionado por los visionarios Eiji Toyoda, Taiichi Ohno y Shigeo Shingo a principios de los años cuarenta, ha encontrado una aplicación directa y efectiva en industrias discretas como las de ensamblaje. Sin embargo, su implementación en industrias de procesos continuos todavía está en evolución. Investigadores de renombre como Abdulmalek y Rajgopa King, Mahapatra y Mohanty Marodin et al y Pool et al., han estado analizando y adaptando los principios Lean en estas industrias, alcanzando resultados extraordinarios. El objetivo central de Lean Manufacturing es erradicar los

despilfarros en cada etapa del proceso de producción, revolucionando la eficiencia y la productividad industrial con precisión y explosividad

la metodología Lean Manufacturing está siendo adoptada de manera explosiva por compañías manufactureras de todos los tamaños, con el objetivo de catapultarlas a niveles de competitividad y sostenibilidad sin precedentes, asegurando su dominación en el mercado moderno. la implementación de esta metodología ha desencadenado una agilidad impresionante en los procesos de producción. así, la aplicabilidad de lean en las pymes se revela como una pieza fundamental y decisiva para el desarrollo económico global. Powell et al. destacan que, aunque las herramientas y prácticas Lean han tenido un éxito arrollador en múltiples procesos industriales, aún hay una notable carencia en la implementación de prácticas Lean de control de producción en las industrias de proceso. Abdulmalek y Rajgopal presentan casos impactantes que demuestran cómo, cuándo se aplican adecuadamente, las prácticas de Lean Manufacturing eliminan desperdicios, optimizan el control de inventarios, mejoran la calidad del producto y logran un control financiero y operacional superior en las industrias de procesos.

(Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Powell et al., 2010) (Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Powell et al., 2010) (Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Powell et al., 2010) Es fundamental reconocer que no todas las herramientas Lean son universales; se debe identificar cuáles son las más adecuadas para cada entorno específico dentro del sector de procesos. Existen metodologías Lean que pueden aplicarse en diversos entornos de fabricación, proporcionando ganancias significativas con inversiones mínimas y una implementación sencilla,

La flexibilidad en la fabricación es vital para la agilidad, y una correcta implementación de Lean puede potenciarla enormemente. Esto permite a las industrias responder con una velocidad impresionante a las demandas del cliente, produciendo lo que necesitan en el menor tiempo posible. los pilares del lean manufacturing incluyen el control total de calidad, la mejora continua, el sistema just in time (jit), la productividad, la eficacia y la eficiencia. el control total

de calidad garantiza que los productos o servicios cumplan con los requisitos desde las primeras etapas de desarrollo, involucrando a todos los colaboradores y recolectando datos para evaluar resultados. la mejora continua, mediante el ciclo phva de deming, se centra en la resolución constante de problemas para perfeccionar los procesos. jit, desarrollado por taiichi ohno, busca reducir costos eliminando desperdicios, basado en conceptos de henry ford y walter shewhart. la productividad mide la relación entre producción y uso óptimo de recursos, mientras que la eficacia y eficiencia se refieren a la capacidad de una organización para lograr objetivos con el mínimo uso de inputs, equilibrando calidad y costo en la producción la eficacia es la capacidad de una organización para incrementar ganancias y alcanzar el efecto deseado manejando adecuadamente los recursos y el entorno. la eficiencia se logra al cumplir los objetivos con la menor cantidad de recursos posibles, aunque un enfoque excesivo puede llevar a productos ineficientes debido a la fatiga de los empleados. por tanto, la productividad debe balancear eficacia y eficiencia, asegurando que los costos de manufactura sean manejables y que los productos mantengan altos estándares de calidad y rendimiento.

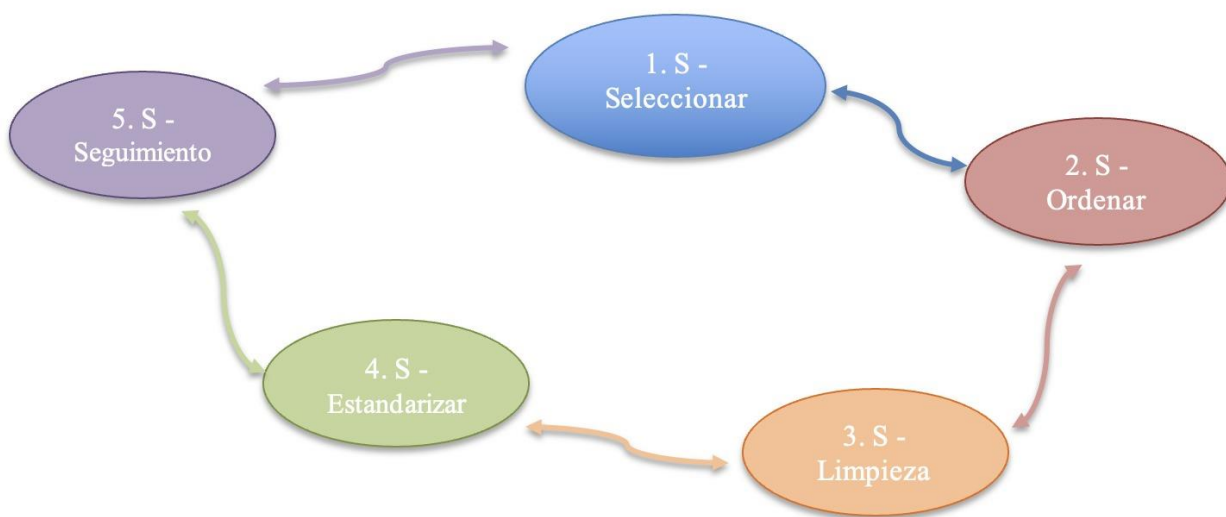
Figura 7 Diagrama metodología Lean



Para Barcia & Hidalgo, la metodología de las 5S, originada en Japón, es un sistema de mejora que se enfoca en la clasificación, organización, limpieza, estandarización y disciplina en el área de trabajo. Su objetivo es fomentar hábitos que promuevan una cultura de mejora continua en cualquier sector y área dentro de una empresa. El proceso comienza con:

1. **Seiri (selección)**, que implica identificar y retener solo los elementos necesarios para el trabajo, eliminando lo innecesario.
2. **Seiton (organización)** se encarga de ubicar los elementos de manera accesible y ordenada según criterios de seguridad, calidad y eficacia
3. **Seiso (limpieza)** fomenta la limpieza del área de trabajo y el mantenimiento de la clasificación y orden establecidos, apoyado por programas de entrenamiento y recursos necesarios
4. **Seiketsu (estandarización)** busca mantener consistentemente el orden y la limpieza mediante la regularidad en las tareas de limpieza y el mantenimiento de los procedimientos establecidos. Finalmente
5. **Shitsuke (disciplina)** se centra en internalizar estos hábitos, asegurando que se respeten las normas de trabajo, se usen los implementos de protección y se mantenga la limpieza, convirtiendo estos detalles en prácticas diarias y habituales. Esta metodología promueve un entorno laboral eficiente y organizado, mejorando la productividad y la calidad del trabajo.

Figura 8 Las 5 S



Fuente: Elaboración propia

Método y materiales

La presente comparación entre las metodologías Cascada, Ágil y Lean ha sido realizada a través de una investigación documental. Este tipo de investigación implica una revisión detallada de fuentes teóricas y prácticas relacionadas con cada una de estas metodologías. La investigación documental se basa en la recopilación, análisis e interpretación de información preexistente, lo cual permite una comprensión profunda y contextualizada de los temas tratados. Este enfoque es particularmente valioso cuando se requiere una perspectiva histórica o teórica de un tema específico, así como para respaldar futuras investigaciones. En definitiva, la investigación documental proporciona una base sólida para el desarrollo de nuevos conocimientos y la generación de ideas innovadoras.

Análisis de resultados

Comparación entre las Metodologías Cascada, Ágil y Lean

Estructura y Procesos

- **Cascada:** La metodología Cascada sigue una estructura lineal y secuencial. Cada fase del proyecto debe completarse antes de pasar a la siguiente, sin posibilidad de volver atrás. Las fases típicas incluyen: recopilación de requisitos, diseño, implementación, verificación y mantenimiento. Este enfoque es riguroso y disciplinado, con hitos claramente definidos y una extensa documentación en cada etapa.
 - **Ágil:** En contraste, la metodología Ágil es iterativa e incremental. Los proyectos se dividen en ciclos cortos llamados sprints, que generalmente duran de dos a cuatro semanas. Cada sprint incluye planificación, ejecución, revisión y retroalimentación. La adaptabilidad es fundamental, permitiendo ajustes en cualquier momento basado en la retroalimentación continua.
 - **Lean:** Lean se enfoca en maximizar el valor y minimizar el desperdicio. Inspirada en el Sistema de Producción de Toyota, esta metodología promueve la mejora continua y la eficiencia en cada proceso. Lean no sigue una estructura rígida como Cascada ni ciclos
-

cortos específicos como Ágil, sino que se adapta constantemente para optimizar el flujo de trabajo.

Flexibilidad y Adaptabilidad

- **Cascada:** La rigidez de Cascada lo hace menos flexible y adaptable. Los cambios en los requisitos después de la fase inicial pueden ser costosos y difíciles de implementar. Este enfoque es más adecuado para proyectos con requisitos bien definidos y estables desde el principio.
- **Ágil:** Ágil es altamente flexible y adaptable, capaz de responder rápidamente a cambios en los requisitos del cliente o en el entorno del proyecto. La retroalimentación continua y las iteraciones cortas permiten ajustes frecuentes y una mayor alineación con las necesidades del cliente.
- **Lean:** Lean también es adaptable, enfocándose en la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Aunque no sigue ciclos cortos como Ágil, su flexibilidad radica en la capacidad de ajustar procesos y prácticas para maximizar la eficiencia y el valor.

Enfoque en el Cliente

- **Cascada:** La metodología Cascada involucra al cliente principalmente al inicio y al final del proyecto. La falta de interacción continua puede llevar a desalineaciones entre el producto final y las expectativas del cliente.
 - **Ágil:** Ágil prioriza la satisfacción del cliente mediante entregas frecuentes y retroalimentación continua. Los clientes están involucrados en cada sprint, asegurando que el producto evolucione según sus necesidades y expectativas.
 - **Lean:** Lean se centra en entregar el máximo valor al cliente mediante la eliminación de desperdicios y la mejora de la eficiencia. Aunque no tiene un enfoque tan intensivo en la retroalimentación continua como Ágil, busca constantemente optimizar el valor entregado.
-

Gestión y Control

- **Cascada:** Cascada ofrece un control rígido y predecible, con una extensa documentación e hitos claramente definidos. Es fácil de gestionar y seguir, pero puede ser ineficiente en entornos donde los cambios son frecuentes.
- **Ágil:** La gestión en Ágil es dinámica y colaborativa. Los equipos son auto-organizados y multifuncionales, y la retroalimentación continua permite ajustes rápidos. Este enfoque puede ser más complejo de gestionar sin la experiencia adecuada.
- **Lean:** Lean requiere una gestión que promueva una cultura de mejora continua. La eliminación de desperdicios y la optimización de procesos son prioridades, y la participación de todos los niveles de la organización es crucial para su éxito.

Riesgos y Desafíos

- **Cascada:** La principal desventaja de Cascada es su falta de flexibilidad. Los cambios tardíos pueden ser costosos y disruptivos. Además, la entrega tardía de valor puede retrasar la retroalimentación crítica.
 - **Ágil:** Ágil puede enfrentar desafíos en equipos inexpertos o en entornos que no favorecen la alta colaboración y comunicación. La falta de documentación detallada también puede ser un problema.
 - **Lean:** Implementar Lean puede ser complejo y requiere un cambio cultural significativo. Identificar y eliminar desperdicios sin un análisis profundo puede ser desafiante, y un enfoque excesivo en la eficiencia puede comprometer la flexibilidad.
-

Tabla 2 Comparación de Metodologías de Gestión de Proyectos en Construcción:

Cascada, Ágil y Lean

Aspecto	Metodología Cascada	Metodología Ágil	Metodología Lean
Flexibilidad	Baja	Alta	Media
Adaptabilidad	Baja	Alta	Alta
Eficiencia	Media	Alta	Alta
Tiempo de entrega	Largo	Corto	Corto
Control de costos	Bajo	Medio	Alto
Calidad del producto	Alta	Alta	Alta
Enfoque principal	Secuencial	Iterativo	Mejora continua

Discusión

La metodología Cascada, con su enfoque secuencial, es menos adaptable a cambios durante el desarrollo del proyecto, lo que puede resultar en dificultades cuando se enfrentan imprevistos o cambios en los requisitos. Sin embargo, su clara estructura y documentación extensiva facilitan la gestión y el seguimiento de proyectos con requisitos bien establecidos.

En contraste, la metodología Ágil permite una rápida adaptación a los cambios, gracias a su enfoque iterativo e incremental. La retroalimentación constante y la participación activa del cliente aseguran que el producto final cumpla con las expectativas y necesidades del usuario. No obstante, Ágil puede ser desafiante de implementar sin un equipo experimentado y puede enfrentar problemas de falta de documentación detallada. Lean, inspirado en el Sistema de Producción de Toyota, enfatiza la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Su adaptabilidad radica en la capacidad de ajustar procesos y prácticas para optimizar la eficiencia y el valor. Sin embargo, su implementación puede ser compleja y requiere un cambio cultural significativo dentro de la organización.

Conclusión

La comparación entre las metodologías Cascada, Ágil y Lean muestra diferencias significativas en términos de estructura, flexibilidad, enfoque en el cliente, gestión y control, y los riesgos y desafíos asociados. Cascada es ideal para proyectos con requisitos bien definidos y estables, proporcionando una estructura rígida y controlada. Ágil, por otro lado, ofrece alta flexibilidad y adaptabilidad, permitiendo ajustes continuos y una alineación cercana con las necesidades del cliente. Lean se centra en la eliminación de desperdicios y la mejora continua, buscando maximizar la eficiencia y el valor entregado.

Recomendación

Para proyectos con requisitos claramente definidos y poco propensos a cambios, la metodología Cascada puede ser la opción más adecuada debido a su estructura predecible y controlada. Sin embargo, es crucial estar preparados para posibles costos elevados si se requieren modificaciones durante el desarrollo. Para proyectos dinámicos donde los requisitos pueden cambiar frecuentemente, la metodología Ágil es altamente recomendable. La flexibilidad y la adaptabilidad de Ágil permiten responder rápidamente a los cambios y asegurar que el producto evolucione conforme a las necesidades del cliente. Es fundamental contar con un equipo experimentado y fomentar una cultura de colaboración y comunicación efectiva.

Finalmente, para organizaciones que buscan maximizar la eficiencia y reducir desperdicios, Lean es la metodología indicada. Su enfoque en la mejora continua y la optimización de procesos puede llevar a una significativa mejora en la calidad del producto y la eficiencia operativa. Sin embargo, se debe estar preparado para invertir en un cambio cultural y en el análisis profundo de los procesos para identificar y eliminar desperdicios.

En conclusión, la elección de la metodología adecuada depende del contexto del proyecto, la naturaleza del trabajo y la cultura organizacional. Cada metodología tiene sus fortalezas y debilidades, y la selección debe basarse en una evaluación cuidadosa de las necesidades y objetivos específicos del proyecto.

Referencia bibliográfica

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>
- Agil, M. (2024, June 28). Manifiesto por el desarrollo ágil de software. Retrieved June 28, 2024, from <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifiesto.html>
- Ahman, N., Nik, N., Wan, W., Che, S., & Yusof, R. (2018). Incorporating teamwork in waterfall model-based project. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 5(12), 126–135. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2018.12.015>
- Aldavert, J., Lorente, J., & Aldavert, X. (2018). Guía práctica 5S para la mejora continua: La base del Lean (Vol. 2). Alda Talent.
- Barcia, K. F., & Hidalgo, D. S. (2013). Implementación de una metodología con la técnica 5S para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio.
- Canahua Apaza, N. M. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49–76. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Debicki, B. J. (2015). Forgotten contributions to scientific management: Work and ideas of Karol Adamiecki. *Journal of Management History*, 21(1), 40–67. <https://doi.org/10.1108/JMH-09-2013-0043>
- Gant, H. (1912). Report on United States Navy yards for George Von L. Meyer, Secretary of Navy. In US House of Representatives, Committee on Naval Affairs, 62d Congress, second session, report of civilian expert board on industrial management of United States Navy yards.
-

- Hu, Q., Mason, R., Williams, S. J., & Found, P. (2015). Lean implementation within SMEs: A literature review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(7), 980–1012. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2014-0013>
- Huanca, B., & Cueto, B. (2024). Evaluación de la programación de diagrama de Gantt con la programación de porcentaje de plan cumplido (PPC) de las partidas estructurales, en el mejoramiento de la oferta de servicios en el nivel primario y secundario en la I.E Integrada N° 56373 Daniel Estrada Perez del poblado de Mosoc Llacta del distrito de Mosoc Llacta - provincia de Acomayo - departamento de Cusco, 2023.
- Mahapatra, S. S., & Mohanty, S. R. (2007). Lean manufacturing in continuous process industry: An empirical study.
- Marodin, G., Frank, A. G., Tortorella, G. L., & Netland, T. (2018). Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. *International Journal of Production Economics*, 203, 301–310. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.009>
- Mikoluk, K. (2024, June 14). Ágil vs. en cascada: Evaluando los pros y los contras. Udemy Blog. Retrieved June 14, 2024, from <https://blog.udemy.com/agil-vs-en-cascada-evaluando-los-pros-y-los-contras/>
- Molina, B., Vite, H., & Davila, J. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. *Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 2(17).
- Navarro, A., Fernandez, J., & Morales, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software: A review of agile methodologies for software development.
- Ogbamwen, J. (2016, November). Gestión de proyectos de construcción mediante Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD). Análisis y estudio de dos casos en EE.UU. Retrieved June 28, 2024, from <https://riunet.upv.es/handle/10251/73989>
-

- Pool, A., Wijngaard, J., & van der Zee, D. J. (2011). Lean planning in the semi-process industry: A case study. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 194–203.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.040>
- Powell, D., Alfnes, E., & Semini, M. (2010). The application of lean production control methods within a process-type industry: The case of Hydro Automotive Structures.
- Reynaga, R., & La Cruz Aguirre, M. (2018). Evolución en la gestión de obras de los años 80 al 2017 - Filosofía Lean construcción.
- Saleeshya, P. G., Raghuram, P., & Vamsi, N. (2012). Lean manufacturing practices in textile industries: A case study.
- Stsepanets, A. (2024, June 28). Método Lean para mejor calidad a menor costo. GANTTPRO. Retrieved June 28, 2024, from <https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-lean-ejemplos-principios/>
- Vargas, E. L., & Camero, J. W. (2021). Aplicación del Lean manufacturing (5S y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249–271.
<https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>
-