

01-001

CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF THE APPLICATION OF AGILE METHODOLOGIES IN RENEWABLE ENERGY PROJECTS

Ros Candeira, Jessica ⁽¹⁾; Amiama Ares, Carlos ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Universidad de Santiago de Compostela

Agile methods, which were developed to deal with the high levels of uncertainty inherent in IT projects, are more flexible and able to react to changes. In the construction sector it is common to think that predictive methodologies are the ideal to manage projects. However, applying Agile-based methods at different stages of a construction project lifecycle could be key to delivering better quality projects with the advantage of adapting to the project context and dealing with the challenges of today's market. The purpose of this paper is to formulate a methodology for the management of renewable energy construction projects, through agile principles and practices, as a solution to the current difficulties for the management of renewable energy construction projects. Clarify that this work does not seek the rejection of traditional methodologies against agile methodology, but the comparison between both and the analysis of the possibility of implementing new methodologies in the energy project construction.

Keywords: Agile methodologie; construction; renewable energies

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ÁGILES EN PROYECTOS EN EL ÁMBITO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Los métodos ágiles, que se desarrollaron para hacer frente a los altos niveles de incertidumbre inherentes a los proyectos de IT, son más flexibles y capaces de reaccionar ante los cambios. En el sector de la construcción es común pensar que las metodologías predictivas son las ideales para gestionar los proyectos. Sin embargo, aplicar métodos basados en Agile en las diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto de construcción podría ser clave para entregar proyectos de mejor calidad con la ventaja adaptarse mejor al contexto del proyecto y abordar los retos del mercado actual. El presente trabajo tiene como propósito la formulación de una metodología para la gestión de proyectos de construcción de energías renovables, a través de principios y prácticas ágiles, como una solución a las dificultades actuales para le gestión de proyectos de este tipo de proyectos. Aclarar que en este trabajo no se busca prescindir de las metodologías tradicionales frente a las metodologías ágiles, sino la comparación entre ambas y el análisis de la posibilidad de implantar nuevos enfoques en el sector de la construcción de proyectos de energías renovables.

Palabras clave: metodologías Ágiles; construcción; energías renovables



1. Introducción

Los métodos ágiles que se desarrollaron para hacer frente a los altos niveles de incertidumbre inherentes a los proyectos de IT son más flexibles y capaces de reaccionar ante los cambios (Lasa, Álvarez and de las Heras, 2017).

En el sector de la construcción es común pensar que las metodologías predictivas son las ideales para gestionar los proyectos. Sin embargo, en la actualidad, las metodologías ágiles se abren camino en el sector de la construcción y existe creciente tendencia a utilizar otras estrategias y herramientas que permiten entregar proyectos de mejor calidad con la ventaja de adaptarse mejor al contexto del proyecto (Frías, 2021).

Existen varias metodologías ágiles que podrían aportar a los profesionales de la construcción estrategias que les permitan cumplir los objetivos del proyecto de manera mucho más ágil y flexible (Owen, Koskela, Herih and Codinhoto, 2006).

2. Objetivos

Aunque el término de metodologías ágiles suena innovador en el sector, el enfoque de proyectos ágil cada vez está más presente por su capacidad de adaptación al cambio, donde la entrega de valor del producto final se maneja en plazos de tiempo muy cortos al momento de mejorar la difícil labor de coordinación, planificación y ejecución de un proyecto (Hussain, 2012).

A través del análisis de la evolución de las metodologías ágiles desde sus inicios, las aplicaciones actuales y las posibles aplicaciones futuras, se plantea una metodología de gestión de proyectos en el ámbito de la construcción, en concreto, en proyectos de energías renovables, que ayude a optimizar los procesos y abordar los retos del mercado actual.

3. Metodología y/o caso de estudio

Acorde con lo expuesto en trabajos de varios autores (Sánchez, García and Soler, 2014), Wysocki (2014), (Lalmi, Fernandes and Souad, 2021), un enfoque híbrido es lo más aconsejable. Una opción híbrida predictiva-ágil parece ser la mejor opción en este tipo de proyectos. Dentro del marco tradicional en la ejecución, el concepto agilidad permite la inclusión de equipos reducidos autogestionados, con capacidad de decisión clave, lo cual hace que estén muy implicados con la consecución del objetivo, mejorando la productividad, planteando un proceso colaborativo, iterativo y que no pierde excesivos recursos en producir o probar, y a la vez, responder a los cambios del mercado más rápido y con una gestión más eficaz del riesgo.

Después de analizadas diversas metodologías ágiles como XP, Crystal (Garzas, 2012), AM (Ambler, 2013), ASD, DSDM, LSD, Scrum (Kniber and Skarin, 2010), (Kniber, 2015), Kanban (Anderson, 2016) y cómo podría cada una de ellas aplicarse al caso de estudio, se decide finalmente plantear el desarrollo de un proyecto fotovoltaico gestionado con metodologías tradicionales, al cual le daremos un enfoque ágil en parte de sus procesos aplicando mayoritariamente herramientas Scrum, por ser un marco de trabajo ágil basado en la cooperación y transparencia entre equipos, algo que encaja a la perfección si se quiere alcanzar el fin de estos proyectos con éxito.

3.1. Organización

La organización es una sociedad desarrolladora de proyectos de energías renovables respaldada por capital privado que origina, desarrolla y construye plantas de generación de

energía renovable, tanto a nivel nacional como internacional. Su actividad se centra en la gestión completa de cada proyecto, desde el estudio previo, la promoción; el desarrollo, construcción y puesta en marcha; así como la operación y mantenimiento.

La adaptación cultural de la empresa será clave, además de un desafío, para lograr implementar una nueva metodología dentro de la organización. Para ello, será imprescindible contar con un equipo creativo que permita probar, experimentar y crear un proceso híbrido entre ágil y los sistemas tradicionales de gestión de proyectos.

Se propone mantener una estructura estable en sus niveles más altos, pero reemplazar gran parte de su jerarquía tradicional con una red flexible y ampliable de equipos de trabajo.

3.2. Enfoque de desarrollo y ciclo de vida

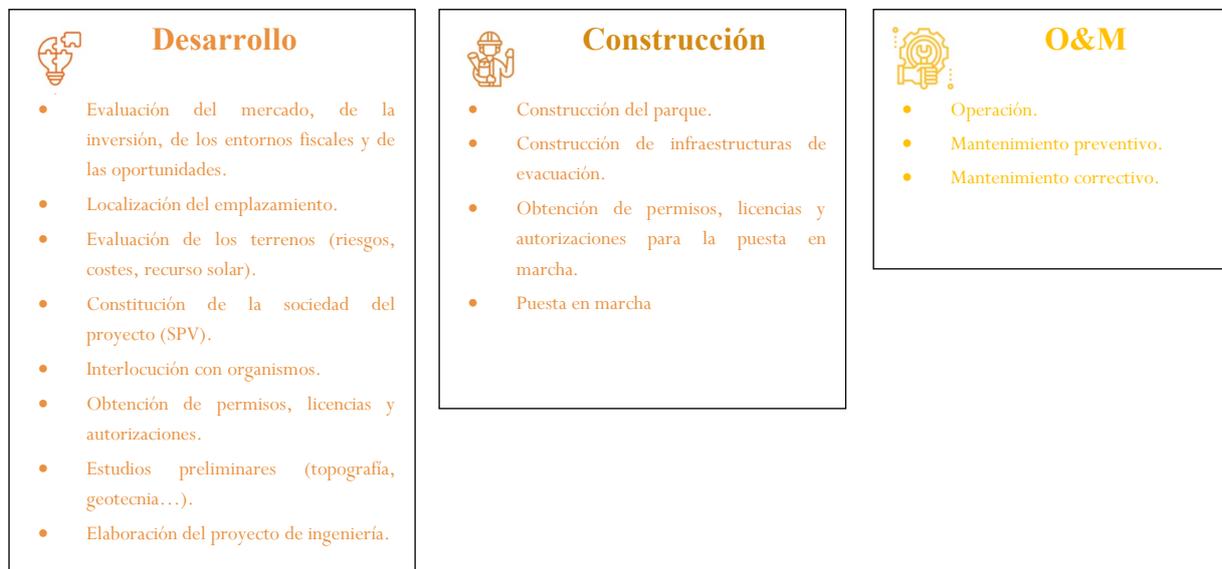
Generalmente, estos proyectos se desarrollan bajo un enfoque predictivo, en donde el alcance, tiempo y coste del proyecto se determinan en las fases tempranas del ciclo de vida.

En este caso práctico que abordamos se quiere proponer un ciclo de vida híbrido como estrategia para la transición, ya que hacer el cambio repentino a formas ágiles para quienes están acostumbrados y han tenido éxito en un entorno predictivo es muy complicado. Por esa razón tiene sentido planificar una transición gradual.

Una transición gradual implica agregar técnicas más iterativas para mejorar el aprendizaje y la alineación entre los equipos y los interesados. Según evoluciona el proyecto, se considerarán agregar más técnicas incrementales para acelerar el valor y el retorno sobre la inversión para los patrocinadores.

Por tanto, el ciclo de vida abarcaría las fases iniciales de estudios previos para el desarrollo de ingeniería, la construcción, pruebas y entrega final del proyecto para su operación.

Figura 1: Ciclo de vida del proyecto



Fuente propia

En esta primera aproximación nos centraremos en el proyecto de construcción desde el RTB (Ready To Build) hasta el COD (Commercial Operation Date) del 100% de la planta. Tradicionalmente se espera concluir el proyecto completo para la puesta en marcha del

parque. Sin embargo, con el planteamiento ágil mediante un enfoque de desarrollo híbrido, se pretenden plantear entregas por circuitos para inyectar energía al sistema de forma escalonada, favoreciendo el retorno sobre la inversión.

3.3. Interesados

La identificación de interesados no varía, lo que cambia es el nivel de implicación y el plan de comunicación que se tiene con los mismos.

Apoyándonos en el argumento que Moriel (2017) expone en su tesis sobre la ineficiencia de las comunicaciones con metodología tradicional en las fases de diseño y construcción, se propone una adopción ágil para que el proceso sea más efectivo y las comunicaciones más eficientes.

La filosofía ágil es crear equipos ágiles o adaptativos, por ello, estos deben interactuar directamente con los interesados en lugar de hacerlo a través de los niveles de jerarquía del proyecto. Así se agilizarán las discusiones y toma de decisiones importantes.

De esta forma se promueve la transparencia para fomentar el intercambio de información dentro y a través de la organización. Por ejemplo, es necesario invitar a los interesados a las reuniones y revisiones del proyecto.

3.4. Equipo

Tradicionalmente, el equipo de proyecto considerado se distribuye de forma jerárquica. Si bien el modelo funcional ha permitido escalabilidad y control, se ha pagado el precio a nivel operativo, así como a nivel de desarrollo del potencial existente (Ferrer, 2018).

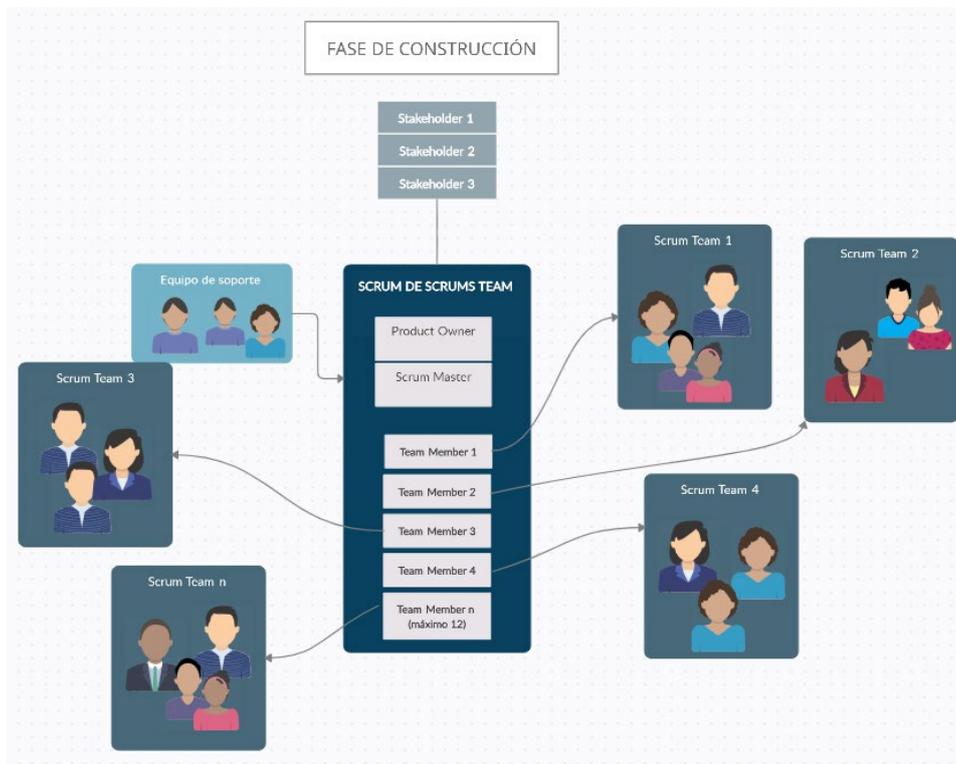
Debido al volumen de personal que se maneja en el proyecto, así como la implicación de varias empresas subcontratistas, será necesario crear varios equipos Scrum, así como un equipo que será el Scrum de Scrums (Rubin, 2012). El objetivo sería adaptar el equipo de proyecto, creando un equipo principal (Scrum de scrums) y conseguir una estructura plana con equipos de proyecto multidisciplinarios y autogestionados (Scrum teams) con roles bien definidos.

Dentro del grupo de soporte estarían integrados personal de finanzas, logística, etc.

El representante de cada equipo Scrum se elige en función de qué miembro puede hablar mejor sobre los problemas de dependencia entre equipos (Scrum master o algún miembro del equipo de desarrollo). En los equipos Scrum desaparecería la figura de Product Owner, la cual estaría presente en el Scrum de scrums team.

Estos equipos Scrum deben incluir colaboradores de entidades contratadas (subcontratas), además de personal de la organización, a fin de facilitar un rendimiento óptimo del equipo de proyecto y obtención de resultados deseados.

Figura 2. Propuesta equipos Scrums.



Fuente propia

3.5. Planificación

La planificación debe ser gradual, una forma de elaboración progresiva aplicable a paquetes de trabajo, paquetes de planificación y planificación de liberaciones.

Por lo tanto, en función de su ubicación en el ciclo de vida del proyecto, el trabajo puede estar descrito con diferentes niveles de detalle. Durante la planificación estratégica temprana, en que la información está menos definida, los paquetes de trabajo pueden descomponerse hasta el nivel de detalle que se conozca.

Un punto clave dentro de la planificación es la adquisición y entrega de los recursos físicos. Los objetivos desde la perspectiva de los recursos físicos son:

- Reducir o eliminar el manejo y almacenamiento de materiales en el sitio,
- Eliminar los tiempos de espera para los materiales,
- Minimizar los desechos y los desperdicios, y
- Promover un ambiente de trabajo seguro.

3.6. Entrega

Con el uso de las metodologías ágiles y el enfoque de desarrollo propuesto, lo que se pretende es una liberación de entregables a lo largo del ciclo de vida del proyecto para comenzar a entregar valor al negocio, al cliente o a otros interesados durante el proyecto.

Para ello, será necesario la definición de “hecho”, que según el glosario de Scrum es “un entendimiento compartido de las expectativas que el incremento debe cumplir para poder ser liberado a la producción”.

La definición de “hecho” se acuerda entre el Product Owner, Scrum Master y el equipo de desarrollo al principio del proyecto y se puede ir mejorando (si es necesario mejorar las expectativas en cuanto a calidad global o del proceso de trabajo o, simplemente, tras una retrospectiva, para ir consiguiendo una mejor la calidad del producto final). Esta debe encontrarse bien definida para evitar llevarnos a acumular deuda técnica que afecte irremediablemente a nuestro ritmo de desarrollo y capacidad de innovación.

La definición de “hecho” tiene un impacto en tareas específicas a realizar por el equipo de desarrollo en cada iteración, por lo que se utiliza como guía para generar tareas en la Planificación de la iteración (Sprint Planning) (además de los criterios de validación de cada objetivo/requisito).

En el caso de estudio, como se proponen varios Equipos Scrum trabajando sobre el mismo producto, deben definir y cumplir mutuamente con la misma definición de “Hecho”.

Cabe mencionar que no hay que esperar al final del Sprint para verificar que un elemento está hecho. Al contrario, cuanto antes esté terminado, mejor. Aquellos elementos del Backlog que están parcialmente hechos al concluir el Sprint, vuelven al Product Backlog para su consideración futura.

Notar que el concepto de definición de “Hecho”, transversal a todos los temas (objetivos), es diferente del concepto de “Criterios de Aceptación”, que afecta a cada tema (objetivo) en particular.

3.7. Medición

Generalmente, en la gestión de proyectos de construcción se establecen unas métricas cuya función es medir y evaluar el desempeño del proyecto a partir de una línea base establecida, que no es más que un plan integrado a nivel de alcance-cronograma-coste. También se suelen incorporar métricas de calidad, incluso de cambios y riesgos del proyecto.

Al plantear un cambio de gestión de proyecto basado en un enfoque ágil, se hace necesario adaptar las métricas para enfocar las mismas en resultados. Por ejemplo, antes se medía el rendimiento por la rapidez de entrega, independientemente de si estaba correcto o no.

El problema de usar métricas de forma tradicional es que genera presión en los equipos de trabajo. La idea es crear unas métricas para analizar el flujo de trabajo, descubrir fallos con antelación y mejorar para que el equipo pueda enfocarse en satisfacer al cliente a través de una entrega continua de producto de valor.

3.8. Incertidumbre

Los principales riesgos de estos proyectos se podrían clasificar en:

- Riesgos técnicos
- Riesgos económicos
- Riesgos políticos y legales

- Riesgos sociales

Una de las ventajas de dividir el proyecto en paquetes de trabajo pequeños y ejecutarlos en iteraciones, los fallos técnicos pueden ser detectados con anticipación (Serrano and Muñoz, 2016)

Todo riesgo debe de llevar un seguimiento, al final de cada iteración se deberán discutir las estrategias de control.

4. Desarrollo

4.1. Diseño y planificación

Inicialmente se creará el equipo de proyecto que consista en un equipo multidisciplinar y se asignarán roles. La figura de Product Owner la asumirá el representante de la empresa promotora, exponiendo así las necesidades de la empresa y de los interesados.

Es importante realizar un registro e identificación de interesados, pues para el diseño y planificación del proyecto se tendrá que contar con la presencia y opinión de interesados claves, como son:

- Los integrantes del Scrum de scrums: pues son las personas que se van a encargar de construir y colaborar en el desarrollo puede ser de gran utilidad, aportando su visión desde la experiencia.
- La/s personas encargadas de la O&M del parque una vez se finalice la construcción, ya que es bastante común que su implicación inicie una vez está todo construido y es ahí cuando se dan cuenta que determinadas funcionalidades no encajan con sus necesidades.

Además, se deberán identificar y cumplir con los requisitos de aquellas entidades de las que dependan la obtención de permisos, haciéndoles partícipes de las reuniones de revisión de Sprints.

Integrar en la ingeniería un diseño híbrido CAD-BIM de modelos 3D, sin duda, es lo más recomendable para minimizar los riesgos técnicos que suelen derivarse de las incompatibilidades entre la parte civil y eléctrica en la subestación. Es una solución que al integrar todos los sistemas ayuda a la detección temprana de interferencias, evitando retrabajos durante la construcción o soluciones "in situ" que comprometen a la calidad final del producto. Si bien se indica como ejemplo para la subestación, pues es donde generalmente se detectan mayores problemas de incompatibilidades, puede ser una gran solución también para el parque.

El modelo final será utilizado por el personal de construcción, permitiendo visualizar de manera rápida, sencilla y en detalle aspectos relevantes del diseño. El material gráfico extraído del modelo 3D será fundamental en la interacción con el cliente e interesados, pues permite agilizar el proceso de atención de dudas, sugerencias y cambios en el proyecto.

Asimismo, agregando al proceso de construcción un equipo escáner topográfico se podría controlar en tiempo real comparando lo construido con el modelo teórico, detectando desviaciones que pueden ser corregidas a tiempo. Este seguimiento y control ayudará, por una parte, a generar transparencia en el proceso constructivo, a detectar y subsanar errores

con agilidad, además de ir generando el modelo 3D “As Built” a medida que se desarrolla el proyecto. Este modelo final será de mucha utilidad para el equipo de O&M.

En la planificación debe integrarse el equipo Scrum de scrums con los departamentos de apoyo. Generalmente, de la ingeniería se sacan los BOQ (Bill of quantities) que utiliza el departamento de compras para las adquisiciones. Se hacen comparativos de proveedores y se toman decisiones ajenas al equipo de proyecto. Dentro del análisis, ¿no deberían estar integradas las valoraciones por parte del equipo técnico que va a construir o que en un futuro se encargará del mantenimiento?

De esta manera, se toman decisiones unilaterales que afectan al desarrollo del proyecto. Por ello, se propone Scrum en la fase de diseño y planificación para mejorar los flujos de trabajo con una coordinación más efectiva.

Como bien se indica, la planificación de la construcción debe estar perfectamente sincronizada con las adquisiciones. Usualmente, las entregas de material de parque se realizan de manera que se tenga en obra suficiente stock antes del inicio de la actividad. Esto supone contar con grandes áreas de acopio, lo que origina:

- Gran cantidad de desplazamientos de material dentro del área del parque.
- Largas distancias de desplazamiento que consumen tiempo y pérdidas de material en trayecto.
- Materiales acopiados en intemperie durante largos períodos, con el consiguiente deterioro de embalajes.

Adoptar entregas “just in time” aportará los siguientes beneficios:

- **Eliminar desperdicios.**
- **Simplificar la producción**, buscando el método más sencillo y efectivo que no implique complicaciones innecesarias, como pueden ser los acopios a menor escala localizados en cada campo.
- **Centrarse en la demanda.** Producir en función de la cantidad que se demanda. Esto es, no realizar primero la entrega de hincas, un lapso después iniciar con la entrega de estructura y después de módulos. Sería realizar la entrega de hincas, estructura y módulos necesarios para abordar el primer sprint, segundo sprint, y así, sucesivamente.

Es importante destacar que para estructurar y planificar la obra de esta forma es necesario que el diseño de la planta lo acompañe.

4.2. Ejecución y control

En esta fase ya es necesario estructurar los equipos Scrums y transferir la información obtenida en la fase de diseño y planificación.

Primeramente, en una reunión inicial del equipo Scrum de Scrums se definirán los temas, épicas e historias de usuario. Se generará el Product Backlog, que no es más que el proceso en el que se abordan los requisitos y se priorizan, de manera que se visualicen en la parte superior de la pila de producto las historias listas para ser introducidas en la primera

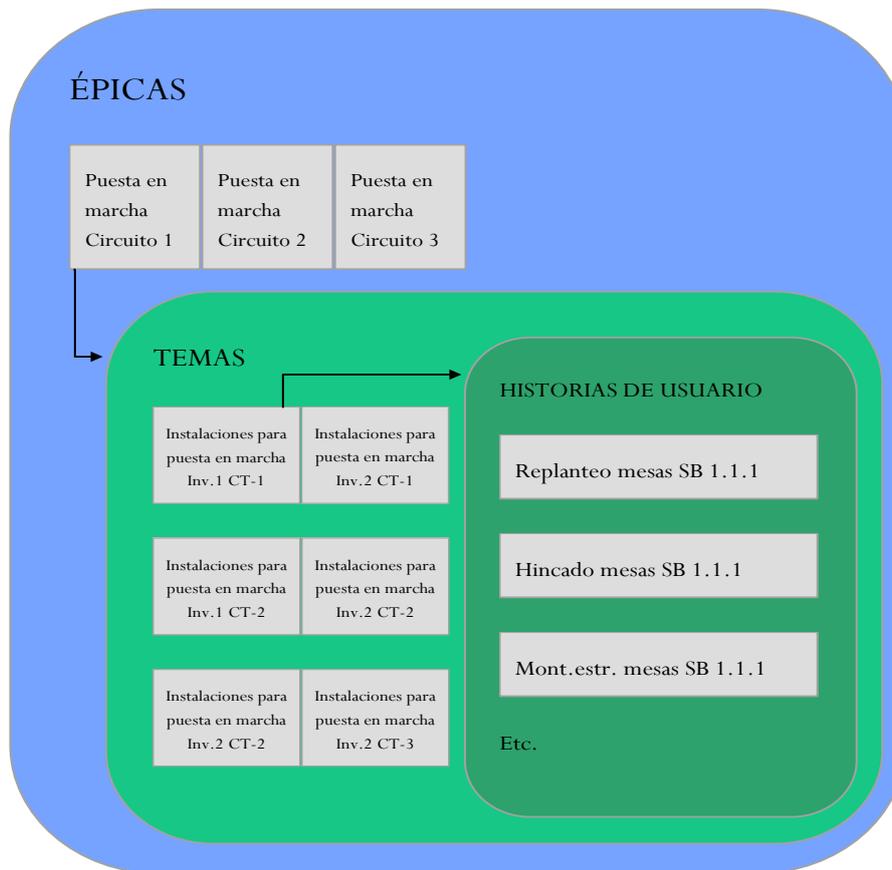
iteración o sprint, una vez que los equipos Scrum decidan la cantidad de trabajo que son capaces de absorber.

Asimismo, se abordará la definición de “hecho”, la cual será una definición transversal para todos los equipos Scrum.

Se recomienda un Sprint cero de menor duración y sin crear valor con el objetivo de que cada equipo Scrum pueda evaluar esfuerzos. Hay que tener en cuenta que en cada proyecto se generan nuevos equipos recién organizados que no han trabajado juntos antes y que, probablemente, lo han hecho basados en un sistema de trabajo completamente diferentes al aquí planteado. Por lo que esta iteración puede servir para poder valorarse como equipo y ser capaces de medir el esfuerzo para determinar la capacidad de trabajo que son capaces de planificar en el siguiente sprint y determinar los story points.

La iteración cero podría establecerse con una duración de una semana en lugar de un mes, y utilizar ese tiempo para comprender los objetivos y ayudar a los equipos de metodología en “cascada” a hacer la transición a ágil y sentirse cómodos con un conjunto de procesos completamente nuevos.

Figura 3. Ejemplos de épicas, temas e historias de usuario.



Fuente propia

Después de la iteración cero los equipos Scrum ya se encontrarían en disposición de asignar los “story points” o puntos de historia a las historias de usuario y crear el Sprint Backlog.

Puede resultar una estimación demasiado confiada, especialmente al comienzo de un proyecto en donde el equipo no está acostumbrado a estimar de manera ágil. En general, el equipo decide en conjunto historias de usuario y puntos de historia, y mejoran en la estimación a medida que avanzan las iteraciones.

El equipo también debe establecer límites del trabajo en curso (WIP) con la finalidad de que el equipo no trabaje en más de lo que puede abarcar con los recursos disponibles. La velocidad la debe evaluar cada equipo, pues esto les servirá para evaluar el progreso y pronosticar el trabajo futuro. Generalmente, la velocidad tiende a estancarse en las últimas iteraciones por la mejoría en las estimaciones del equipo.

Para la visualización de las tareas se emplearán tableros, pueden ser tableros Kanban para los equipos Scrum con la limitación del WIP y tableros simples de Scrum para los equipos Scrum de Scrum. El objetivo es ser ágil y mover el trabajo a través del flujo del proceso y que sea visible para todos.

Durante el sprint, los equipos Scrum realizarán reuniones diarias. No obstante, el equipo Scrum de scrums la realizaría semanalmente.

Al finalizar cada iteración y antes de que inicie la siguiente se realizará una reunión de retrospectiva.

Las retrospectivas generalmente se designan como una reunión de una hora de duración del equipo de desarrollo para analizar el proceso y determinar mejoras. Estas mejoras deberían implementarse en la siguiente iteración.

Sería recomendable aplicar el método del Total Quality Management para identificar y evaluar problemas potenciales, desarrollar e implementar nuevas soluciones y evaluar resultados.

Las mejoras identificadas se expondrán en la reunión de retrospectiva de Scrum de Scrum pues es una información valiosa que puede ayudar a otros equipos y ayudar al proyecto en su conjunto.

La sucesión de iteraciones y reuniones se darán hasta la finalización del proyecto.

La integración de tecnología es clave para mejorar el flujo de trabajo y posibilitar reacciones rápidas a las necesidades de la empresa.

Hay que tener en cuenta que la finalidad es inyectar energía al sistema lo más pronto posible, por lo que una vez se energiza el primer circuito, existirá personal en obra trabajando en recinto energizado. Por lo que la aplicación de técnicas Poka Yoke de seguridad serían recomendables.

Figura 4. Planificación de sprints.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Planificación iteración 2h	Reunión diaria 15'					
Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	
Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	
Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Reunión diaria 15'	Retrospectiva 1h Planif. iteración 2h	

Fuente propia

4.3. Cierre

En esta fase, el equipo del proyecto y el cliente deben trabajar juntos para garantizar que se completen todos los elementos del proyecto, no quedando deuda técnica pendiente. Se deben concluir los contratos.

Será necesaria la evaluación del rendimiento de la planta para la emisión del certificado de aceptación provisional (PAC). Las pruebas PAC deben demostrar que la planta está totalmente en servicio y preparada para la operación comercial. El certificado de aceptación final (FAC) se emitirá uno o dos años después (según lo que estipule el contrato) cuando se asegure que la planta produce al rendimiento acordado.

5. Conclusiones

En definitiva, los entornos de gran incertidumbre y complejidad por los que actualmente se mueven los proyectos de construcción de energías renovables, resulta fácil pensar que la aplicación de marcos de trabajo ágil puede aportar grandes beneficios al sector.

Existen múltiples herramientas que pueden aplicarse. Un enfoque híbrido es capaz de generar una adaptación más flexible a los cambios orientados a las necesidades del cliente, reduciendo el tiempo en su implementación y ejecución, controlando el riesgo que estos cambios producen.

Sin duda, para que este tipo de metodologías se implanten de manera generalizada en el sector será necesario vencer el miedo al cambio, pues es necesaria una migración cultural dentro de las organizaciones, cambiando desde las estructuras jerarquizadas que están establecidas hoy en día, así como la mentalidad de los trabajadores. La transformación supondrá un gran esfuerzo, pues la adaptación de contratos y métodos de certificación de avances será inevitable. Implantarlo implicará errores de partida que se deberán pulir para mejorar con el tiempo. Consecuentemente será necesaria la evaluación de la metodología

propuesta en proyectos reales, para valorar su viabilidad, si bien esta actuación se contemplará en un futuro próximo.

6. Bibliografía

- Ambler, S. W. (2013).** *AgileModeling. The Principles of Agile Modeling (AM)*. <http://agilemodeling.com/principles.htm>
- Anderson, D. J., & Carmichael, A. (2016).** *Kanban esencial condensado*. Lean Kanban University Press.
- Ferrer, J. (2018).** *Cambiamos las organizaciones: Cómo activar la inteligencia, la responsabilidad y el liderazgo colectivo en las organizaciones*. Gestión 2000.
- Frías, B. (2021).** *Metodologías Ágiles en la Construcción*. *PM Ideas*. <https://pmideas.es/2021/06/metodologias-agiles-en-la-construccion.html>
- Garzas, J. (2012).** *Las metodologías Crystal. Otras metodologías ágiles que, quizás, te puedan encajar más que Scrum*. <https://www.javiergarzas.com/2012/09/metodologias-crystal.html>
- Hussain, S. N. M. (2012).** *Agile Method Implementation: A literature review exploring challenges and solutions when implementing agile*. University of Gothenburg.
- Kniberg, H. (2015).** *Scrum and XP from the Trenches (2.ª ed.)*. C4Media.
- Kniberg, H., & Skarin, M. (2010).** *Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos*. C4Media.
- Lalmi, A., Fernandes, G., & Souad, S. B. (2021).** A conceptual hybrid project management model for construction projects. *Procedia Computer Science*, 181, 921-930. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.248>
- Lasa, C., Álvarez, A., & de las Heras, R. (2017).** *Métodos Ágiles. Scrum, Kanban, Lean*. Anaya Multimedia.
- Moriel, R. S. (2017).** *Feasibility in Applying Agile Project Management Methodologies To Building Design and Construction Industry*. Harrisburg University.
- Owen, R., Koskela, L., Henrich, G., & Codinhoto, R. (2006).** *Is Agile Project Management Applicable to Construction?* 51-66. <http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/25965/>
- Rubin, K. S. (2012).** *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Pearson Education, Inc.
- Sánchez, H., García, A., & Soler, M. (2014).** Aplicación de las metodologías ágiles en la gestión BIM de proyectos de construcción en entornos inestables. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 14(1), 4-10.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020).** *La Guía Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*.
- Serrano, L., & Muñoz, J. I. (2016).** *Risk identification in large photovoltaic plants' construction projects*. XX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Cartagena.
- Wysocki, R. K. (2014).** *Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme (7.ª ed.)*. John Wiley & Sons.

Comunicación alineada con los objetivos de desarrollo sostenible:

