



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Diseño e implementación de un sistema de gestión de proyectos basado en el método Kanban. Aplicación a proyectos de instalaciones fotovoltaicas

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Dirección y Gestión de Proyectos

AUTOR/A: Osorio, Angie Karine

Tutor/a: Capuz Rizo, Salvador Fernando

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

MÁSTER EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS  
BASADO EN EL MÉTODO KANBAN. APLICACIÓN A PROYECTOS DE  
INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

**AUTOR:**

Osorio Molano, Angie Karine

**DIRECTOR:**

Capuz Rizo, Salvador Fernando

**Abril 2024**



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA





## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia y cercanos por su apoyo incondicional, así como a mi tutor Salvador Capuz, por su orientación en este Trabajo Final de Máster.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de fin de máster tiene como objetivo aplicar el método ágil Kanban para mejorar la gestión de proyectos en una pequeña empresa ubicada en Valencia.

La motivación de este trabajo surge de la necesidad de la empresa de optimizar la gestión de sus proyectos, derivada de una creciente demanda de sus servicios, en el contexto actual de la transición energética hacia la utilización de fuentes renovables. En el TFM se identifican deficiencias en el proceso de gestión existente previamente en la empresa, tales como acumulación de trabajo por encima de la capacidad, conflictos en la asignación de personal, flujo inadecuado de información y falta de integración y comunicación entre equipos, lo que afecta negativamente al cumplimiento de plazos y la rentabilidad de los proyectos.

El método Kanban se propone como una solución para visualizar y gestionar eficientemente el flujo de trabajo, así como para promover una mayor participación de los interesados a lo largo del proyecto, lo que a su vez permite optimizar la estructura organizativa e incrementar la rentabilidad de los proyectos.

En síntesis, este trabajo consistirá en diseñar un modelo de gestión de proyectos basado en Kanban, adaptarlo a las necesidades específicas de la empresa, implementarlo en la solución informática JIRA y mostrar su aplicación a un proyecto fotovoltaico específico, con el fin de iniciar un cambio significativo en el modelo de gestión actual de la empresa.

## RESUM

El present treball de fi de màster té com a objectiu aplicar el mètode àgil Kanban per millorar la gestió de projectes en una petita empresa ubicada a València.

La motivació d'aquest treball sorgeix de la necessitat de l'empresa d'optimitzar la gestió dels seus projectes, derivada d'una creixent demanda dels seus serveis, en el context actual de la transició energètica cap a la utilització de fonts renovables. Al TFM s'identifiquen deficiències en el procés de gestió existent prèviament a l'empresa, com ara l'acumulació de treball per sobre de la capacitat, conflictes en l'assignació de personal, flux inadequat d'informació i manca d'integració i comunicació entre equips, cosa que afecta negativament el compliment de terminis i la rendibilitat dels projectes.

El mètode Kanban es proposa com una solució per visualitzar i gestionar eficientment el flux de treball, així com per promoure una major participació dels interessats al llarg del projecte, cosa que permet optimitzar l'estructura organitzativa i incrementar la rendibilitat dels projectes.

En síntesi, aquest treball consistirà a dissenyar un model de gestió de projectes basat a Kanban, adaptar-lo a les necessitats específiques de l'empresa, implementar-lo a la solució informàtica JIRA i mostrar la seua aplicació a un projecte fotovoltaic específic, per iniciar un canvi significatiu al model de gestió actual de l'empresa.

## **ABSTRACT**

The objective of this master's thesis is to apply the agile Kanban method to improve project management in a small company located in Valencia.

The motivation for this work arises from the company's need to optimize the management of its projects, derived from a growing demand for its services, in the current context of the energy transition towards the use of renewable sources. The TFM identifies deficiencies in the management process previously existing in the company, such as accumulation of work over capacity, conflicts in the allocation of personnel, inadequate flow of information and lack of integration and communication between teams, which negatively affects the meeting of deadlines and profitability of projects.

The Kanban method is proposed as a solution to visualize and efficiently manage the workflow, as well as to promote greater stakeholder participation throughout the project, which in turn would optimize the organizational structure and increase the profitability of projects.

In summary, this work will consist of designing a Kanban-based project management model, adapting it to the specific needs of the company, implementing it in the JIRA software solution and showing its application to a specific photovoltaic project, in order to initiate a significant change in the company's current management model.



## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
RESUM .....	2
ABSTRACT .....	3
1. Introducción .....	9
1.1. Preámbulo .....	9
1.2. Objetivo general .....	9
1.3. Objetivos específicos .....	9
1.4. Estructura del trabajo.....	10
2. Descripción de la empresa.....	11
2.1. La empresa SAC .....	11
2.2. Diagnóstico .....	11
3. Marco teórico .....	15
3.1. Definición de proyecto .....	15
3.2. Gestión de proyectos .....	15
3.3. Enfoques de la gestión de proyectos .....	15
3.3.1. Enfoque tradicional .....	16
3.3.2. Modelo de Cascada .....	16
3.3.3. PMBOK.....	18
3.3.4. Enfoque ágil.....	20
3.3.4.1. Scrum.....	22
3.3.5. Enfoque híbrido.....	24
4. Introducción al uso de Kanban .....	27
4.1. Justificación del uso.....	27
4.2. Kanban.....	29
4.2.1. Sistema Kanban .....	30
4.2.2. Conceptos principales .....	31
5. Introducción de Kanban en la empresa.....	33
5.1. Kanban STATIK.....	33
5.2. Diagnóstico actual: Fuentes de insatisfacción.....	33
5.3. Análisis de demanda.....	36
5.4. Análisis de la capacidad.....	37
5.5. Modelación del flujo de trabajo .....	39

5.5.1.	Roles y responsabilidades .....	39
5.5.2.	Estructura descomposición del trabajo (EDT) .....	40
5.5.3.	Matriz RACI.....	42
5.6.	Identificación del servicio.....	43
5.6.1.	Descripción del proyecto.....	43
5.6.2.	Acta de constitución del proyecto.....	43
5.6.2.1.	Nombre del proyecto .....	43
5.6.2.2.	Objetivo proyecto.....	43
5.6.2.3.	Demanda del proyecto .....	43
5.6.2.4.	Alcance .....	44
5.6.2.5.	Fases del proyecto.....	44
5.6.2.6.	Entregables.....	44
5.6.2.7.	Criterios de éxito .....	48
5.6.2.8.	Riesgos del proyecto .....	48
5.6.2.9.	Recursos asignados .....	49
5.6.2.10.	Resumen del presupuesto.....	50
5.6.2.11.	Interesados.....	50
5.6.2.12.	Aprobaciones.....	50
6.	Implementación del sistema Kanban en la empresa.....	51
6.1.	Entrenamiento del equipo y liderazgo .....	51
6.2.	Definición de la herramienta de software .....	51
6.3.	Dotación de tecnología .....	53
7.	Diseño del tablero en JIRA.....	55
7.1.	Creación del proyecto .....	55
7.2.	Creación del flujo de trabajo .....	55
7.3.	Creación de Columnas.....	57
7.4.	Tarjetas del tablero .....	57
7.5.	Tarjetas del tablero y flujo de trabajo .....	60
7.5.1.	Tarjeta de trámites previos de la instalación .....	60
7.5.2.	Tarjeta de montaje .....	62
7.5.3.	Tarjeta de Post montaje .....	65
7.6.	Cronograma.....	66
7.7.	Resultado del Tablero en JIRA. ....	67
8.	Resultados y conclusiones .....	73

8.1.	Resultados en la gestión del proyecto .....	73
8.2.	Resultados en la comunicación .....	75
8.3.	Resultados en la organización .....	75
8.4.	Conclusiones.....	75
9.	Referencias .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Incumplimiento de los proyectos de la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia basada en información de la empresa SAC. ....	12
Figura 2.	Identificación de los cuellos de botella en SAC. Fuente: Elaboración propia basada en información de la empresa SAC. ....	13
Figura 3.	Esquema del enfoque tradicional. Fuente: Varas, 2000.....	16
Figura 4.	Esquema del modelo en cascada. Fuente: Castle, 2018. ....	17
Figura 5.	Esquema sobre los principios del enfoque ágil. Fuente: Jimenez, 2019. ....	21
Figura 6.	Desarrollo del Esquema ágil. Fuente: Laurent, 2022.....	21
Figura 7.	Esquema Scrum, Fuente: López, 2015.....	22
Figura 8.	Tablero generalizado de Kanban. Fuente: Kanban University, 2021. ....	24
Figura 9.	Esquema sobre la gestión híbrida de proyectos. Fuente: Vila y Capuz, 2021.....	25
Figura 10.	Tablero Kanban. Fuente: Kniberg y Skarin, 2010. ....	30
Figura 11.	Pasos para la implementación del método Kanban. Fuente: Kanban University, 2021. ....	33
Figura 12.	Estructura de la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia.....	34
Figura 13.	Esquemas de Costos de Retraso. Fuente: Ejayo, 2024.....	37
Figura 14.	EDT del trabajo de los proyectos de instalación a naves industriales Fuente: Elaboración propia. ....	41
Figura 15.	Flujo de trabajo de la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 16.	Estructura lastrada este-oeste (Fuente: <a href="https://sunferenergy.com/">https://sunferenergy.com/</a> ). ....	47
Figura 17.	Organigrama de obra. Fuente: Elaboración propia.....	49
Figura 18.	Funcionalidades del seguimiento de tiempo y comunicación de JIRA. Fuente: Atlassian, 2024. ....	52
Figura 19.	Antiguo método de visualización del trabajo de SAC. Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 20.	Dotación de tecnología para el uso de JIRA. Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 21.	Flujo de trabajo de SAC. Fuente: Elaboración propia a partir del Software JIRA.....	56
Figura 22.	Columnas del tablero, representación de los estados del trabajo del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.....	57
Figura 23.	Tarjetas en Tablero de JIRA. Fuente: Elaboración propia a partir del Software JIRA.....	58

Figura 24. Tarjeta trámites Previos. Fuente:Elaboración propia a partir del software JIRA).....	61
Figura 25. Tarjeta trámites Previos. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA. ....	61
Figura 26. Tarjeta de montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.....	62
Figura 27. Automatización tarea de montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA. 63	
Figura 28. Tarjeta de montaje, estado proceso de montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.....	64
Figura 29. Tarjeta de montaje, estado “Montaje Hecho”. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.....	64
Figura 30. Ficha Post montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.....	65
Figura 31. Automatización creación incidencia Post Montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.....	66
Figura 32. Cronograma. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.....	67
Figura 33. Resultado del tablero. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA. ....	68
<b>Figura 34.</b> Resultados del proyecto. Fuente: Elaboración propia. ....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema del Enfoque PMBOK. Fuente: PMI, 2017. ....	19
Tabla 2. Metodologías ágiles vs tradicionales vs híbridas. Fuente: Elaboración propia. ....	28
Tabla 3. Identificación de las no conformidades internas en la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia. ....	35
Tabla 4. Identificación e implicaciones de las no conformidades de los clientes. Fuente: Elaboración propia. ....	36
Tabla 5. Matriz DOFA empresa SAC S.L. Fuente: Elaboración propia. ....	39
Tabla 6. Roles y responsabilidades en el proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	40
Tabla 7. Matriz RACI de SAC. Fuente: Elaboración propia. ....	42
Tabla 8. Datos principales del proyecto. Fuente: SAC, 2023.....	43
Tabla 9. Características del módulo. Fuente: SAC, 2023.....	45
Tabla 10. Características del inversor. Fuente: SAC, 2023. ....	46
Tabla 11. Dispositivos de protección AC. Fuente: SAC, 2023.....	46
Tabla 12. Resumen del presupuesto. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Tabla 13. Equipo de trabajo del proyecto y del tablero. Fuente: Elaboración propia. ....	55
Tabla 14. Tipos de tarjetas del tablero. Fuente: Elaboración propia. ....	60
Tabla 15. Plan de comunicación. Fuente: Elaboración propia. ....	69
Tabla 16. Comunicación interna de SAC. Fuente: Elaboración propia.....	71

## 1. Introducción

### 1.1. Preámbulo

En el sector de la energía fotovoltaica, la eficiencia operativa y la gestión eficaz de los recursos son cruciales para mantener la competitividad y maximizar el rendimiento. Sin embargo, muchas empresas en este sector enfrentan desafíos significativos debido a una gestión inadecuada que resulta en retrasos en la entrega de proyectos, reducción de la rentabilidad del negocio y falta de visibilidad en el proceso de producción. El presente trabajo se enfoca en abordar estos problemas mediante la implementación de la metodología Kanban adaptado a las necesidades específicas de la empresa de estudio.

El objetivo principal de esta investigación es diseñar e implementar un sistema Kanban que permita optimizar la gestión del flujo de trabajo en la empresa, reducir los tiempos de entrega y minimizar el desperdicio de recursos. Con la aplicación de este método, se busca mejorar la planificación y coordinación de proyectos, así como aumentar la productividad del equipo de trabajo y la rentabilidad en un entorno altamente competitivo.

Para lograrlo, se ha llevado a cabo un diagnóstico de los procesos existentes en la empresa, identificando los principales cuellos de botella y áreas de mejora. Con base en estos hallazgos, se diseñó un sistema Kanban adaptado a las necesidades específicas del proceso de la empresa. En este caso, la metodología se aplicó a la gestión de un proyecto de una instalación fotovoltaica de 55 kWp para autoconsumo de una empresa privada.

Este trabajo de fin de máster se desarrollará a lo largo de 8 capítulos, que abordan diferentes aspectos relacionados con la implementación de Kanban en la empresa. A partir de una introducción y un diagnóstico de la empresa, seguido por un análisis de metodologías de gestión que conducirá a la determinación del sistema más adecuado.

Posteriormente, se presenta la metodología elegida junto con el modelo guía de implementación STATIK. Además, se expone el proyecto de estudio y se detalla el diseño del tablero. Finalmente, se concluye que el diseño del sistema Kanban adaptado a la empresa demostró ser efectivo para abordar los problemas de gestión y mejora de la eficiencia operativa en la empresa. Todo esto, dando primordial importancia a la necesidad de un compromiso activo por parte de la dirección y el equipo de trabajo para garantizar el éxito a largo plazo de estas iniciativas.

### 1.2. Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión de proyectos basado en el método ágil Kanban para la gestión de proyectos en una empresa que trabaja en el sector de la energía solar.

### 1.3. Objetivos específicos

- Explicar el contexto en el que se enmarca la empresa.
- Exponer algunas metodologías de gestión de proyectos, tanto ágiles como tradicionales y las prácticas asociadas a los mismos.
- Mostrar los cuellos de botella del flujo de trabajo actual de la empresa.
- Diseñar un tablero Kanban ajustado a las necesidades de la empresa.

#### **1.4. Estructura del trabajo**

Tras exponer el objetivo del presente trabajo, se mostrará la estructura bajo la cual se va a ejecutar:

- En el Capítulo 2 se realiza una introducción de la empresa en la que se desarrolla este TFM y el diagnóstico de los principales cuellos de botella de la gestión de proyectos.
- En el Capítulo 3 se repasan las diferentes metodologías de gestión, desde la tradicional, pasando por la metodología ágil y finalmente la metodología híbrida, con el fin de determinar la metodología más ajustada a las necesidades de la empresa.
- En el Capítulo 4 se presenta la metodología elegida y principales conceptos de esta.
- En el Capítulo 5 se desarrolla el enfoque de pensamiento sistémico para introducir Kanban en las organizaciones (STATIK) como guía para introducir Kanban en la empresa.
- En el Capítulo 6 se explica cómo fue implementado el sistema Kanban dentro de la empresa.
- En el Capítulo 7 se realiza con detalle todo el diseño y desarrollo que ha sido necesario para integrar Kanban con todas las funcionalidades al contexto de la empresa.
- Finalmente, en el Capítulo 8 se muestran los resultados de la implantación del sistema y se presentan las principales conclusiones obtenidas tras la realización de este trabajo.

## 2. Descripción de la empresa

En este capítulo se presenta una introducción a la empresa en la que se desarrolla este estudio, referida en adelante como SAC para mantener la confidencialidad. A continuación, se lleva a cabo un diagnóstico de la situación actual de la empresa SAC utilizando la técnica de análisis causal de Ishikawa.

### 2.1. La empresa SAC

SAC es una empresa valenciana con una amplia trayectoria en el sector de energías renovables. Fundada en el año 1987 como negocio familiar, la empresa se ha dedicado desde entonces a la fabricación, distribución y suministro exclusivo de productos y sistemas solares. Pioneros en el sector Solar, inicialmente incursionando con el servicio de Sistemas Térmicos Solares, producto presente en el mercado hasta la actualidad.

Además, en respuesta a su trabajo y el auge de la energía fotovoltaica en el país, SAC ha ampliado su alcance y desde 2019 ha lanzado su relativamente nueva línea de servicios de instalaciones de paneles solares residenciales e industriales. Abarcando soluciones que van desde los trámites administrativos necesarios para la correcta implantación de las instalaciones fotovoltaicas, pasando por el dimensionamiento técnico y montaje, hasta el mantenimiento de estos sistemas.

Con una plantilla de 30 empleados, SAC ofrece soluciones personalizadas y eficientes para cada cliente. Por tanto, su objetivo principal es proporcionar servicios innovadores y adaptados a las necesidades específicas de cada proyecto, buscando siempre la satisfacción del cliente y la excelencia en el servicio.

### 2.2. Diagnóstico

En el ámbito de la gestión de proyectos, la preocupación por la tasa de fracaso de los proyectos es una constante. Una mirada al *Chaos Report The Standish Group (2018)*, que evalúa los factores de éxito y fracaso en proyectos de desarrollo de software a través del parámetro conocido como Triángulo de Hierro (Alcance, Tiempo y Coste), nos ofrece un panorama de esta situación. Según el informe, un porcentaje significativo de proyectos (45%) obtienen resultados deficientes, es decir, se entregan con retraso, superan el presupuesto inicial y/o no cumplen con los requisitos esperados), Además, el 19% de los proyectos fueron considerados fallidos, lo que significa que no cumplieron con ningún parámetro o expectativa establecida, y solo alcanzaron el éxito 36%. Esto implica que solo la tercera parte de los 50.000 proyectos analizados se terminaron a tiempo, dentro del presupuesto y cumpliendo con el alcance establecido, además de obtener un resultado satisfactorio para el cliente (considerándose así, que el éxito va más allá del cumplimiento del alcance y depende a su vez de la satisfacción general del cliente).

Entre los factores que contribuyeron al éxito del proyecto se destacan principalmente la participación de los interesados y el tiempo de respuesta de las decisiones, así como el alcance mínimo, entendido como la visión simple del trabajo del proyecto. Tomando cada vez mayor relevancia, la implementación de diferentes metodologías de gestión de proyectos para mejorar la forma en la que es entregado el servicios y productos al cliente, así como los procedimientos y herramientas utilizados para garantizar el éxito de los proyectos (Portman, 2019).

El sector de la energía renovable no es ajeno a esta situación. Ante un mercado de la energía renovable en alza, ofrecer soluciones atractivas a precios competitivo no es suficiente para asegurar el éxito en un mercado tan dinámico. La complejidad de los proyectos fotovoltaicos demanda una gestión de proyectos eficiente para mantener la competitividad y alcanzar resultados satisfactorios.

En el caso específico de la empresa en cuestión, se analizaron los datos disponibles sobre los proyectos fotovoltaicos desarrollados para naves industriales en los últimos tres meses del año 2023. Aplicando los factores del Triángulo de Hierro (Alcance, Tiempo y Coste) como referencia para diagnosticar el

éxito de estos proyectos, se identificó que una de las principales problemáticas actuales es el cumplimiento de los plazos acordados. Según los datos promedio a los que se tuvo acceso, el 35% de los proyectos no se entregan a tiempo. En referencia al coste, en el 28% de los proyectos se supera el presupuesto acordado. Además, solo el 9% de los proyectos incumple los parámetros de entrega y satisfacción (véase la Figura 1).



**Figura 1.** Incumplimiento de los proyectos de la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia basada en información de la empresa SAC.

Los datos anteriores pueden explicarse mejor al examinar cada una de las tres variables que componen este concepto dentro de la empresa.

En primer lugar, según el enfoque de negocio de la empresa, la variable más importante es el alcance. Esto hace referencia a qué trabajo se realizará y qué trabajo no quedará incluido en el proyecto. El objetivo de esta variable se basa en satisfacer al cliente con el resultado alcanzado y asegurarse de que este resultado aporte el mayor valor posible para los objetivos estratégicos de la organización.

La segunda variable es el tiempo en el que se desarrollan y entregan los proyectos, buscando siempre la agilidad que los clientes solicitan.

La tercera variable es el costo, donde se busca entregar el mayor valor posible manteniendo un margen establecido y los precios inicialmente pactados con el cliente. Por lo tanto, no es raro que en esta dinámica a veces se vea comprometida la rentabilidad de la empresa para cumplir con las otras dos variables (alcance y tiempo).

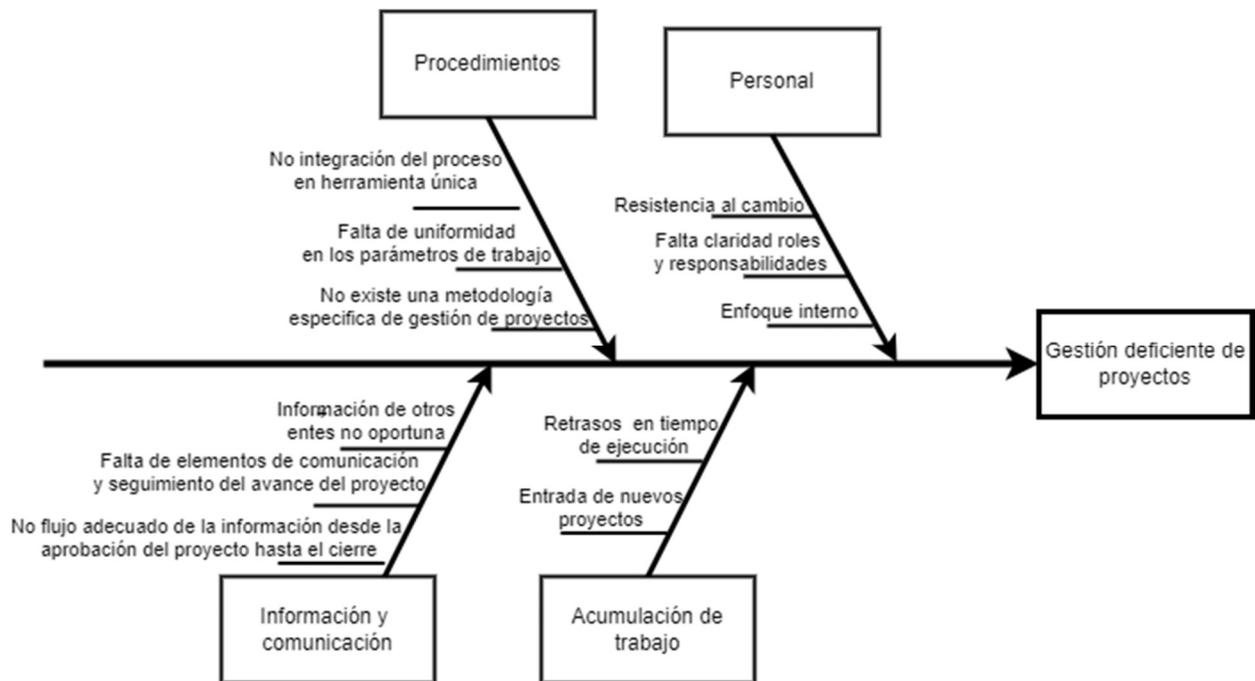
Sin embargo, esto representa una oportunidad de mejora mediante un proceso de gestión que asegure que la empresa siga entregando calidad en el tiempo estimado y que no se vea perjudicado el negocio.

A continuación, se emplea el diagrama de causa y efecto de *Ishikawa* (Figura 2), donde tras evaluar el funcionamiento de la gestión de proyectos de la empresa, se pueden identificar y visualizar las posibles causas que determinan la gestión ineficiente de proyectos:

- **Acumulación de trabajo:** Esta causa contribuye al incumplimiento de los plazos de los proyectos y se manifiesta como una situación latente. Se agrava con la llegada continua de más trabajo y la falta de herramientas y mecanismos de priorización, combinada con un proceso de gestión no estructurado.
- **Procedimientos:** La falta de una metodología estructurada para la gestión de proyectos es una causa importante. La ausencia de principios y prácticas específicas dificulta la eficiencia en la

planificación y el control. Además, la carencia de herramientas eficientes para la planificación y el seguimiento del trabajo del equipo agrava esta situación.

- **Personal:** Existe un enfoque interno dentro de la empresa, donde cada departamento se enfoca en sus objetivos sin una visión clara del trabajo específico ni del seguimiento requerido. Además, se observa resistencia al cambio entre el personal.
- **Información y comunicación:** Los canales y la circulación de información a lo largo del flujo de trabajo son inadecuados. La información no es uniforme, se presenta de manera inoportuna y el acceso a ella no es práctico, lo que afecta la eficiencia y eficacia del proceso de gestión de proyectos.



**Figura 2.** Identificación de los cuellos de botella en SAC. Fuente: Elaboración propia basada en información de la empresa SAC.

Las causas identificadas anteriormente, se convierten en los principales cuellos de botella dentro del desarrollo de los proyectos en la organización. Es importante abordar estos desafíos para buscar mejoras en la estructura y la forma en la que se gestionan los proyectos dentro de la empresa. Así pues, el diagnóstico indica que se requiere una mejora en la forma de gestión de proyectos actual, de manera que se permita potenciar el éxito en los proyectos y en la organización. La aplicación de esta mejora ayudará a la empresa a entregar productos de alta calidad de manera más eficiente y rentable satisfaciendo las necesidades del cliente.

Lo anterior, lleva a plantear la pregunta ¿De qué manera se puede aplicar un método de gestión de proyectos, que sirva como herramienta para mejorar la gestión de proyectos fotovoltaicos dentro de la empresa SAC? En apartados sucesivos se van a desarrollar los diferentes métodos y herramientas que darán respuesta a este tipo de cuestiones.



### **3. Marco teórico**

En este capítulo se presentan la definición de conceptos claves para facilitar la comprensión de los apartados posteriormente tratados en el documento. Se comenzará por una definición básica de proyecto y se examinarán los diferentes enfoques de gestión de proyectos existentes (tradicional, ágil e híbrido).

#### **3.1. Definición de proyecto**

Una definición de proyecto ampliamente aceptada y que será la definición de proyecto para este trabajo, es la propuesta por el Project Management Institute (2017) la cual que entiende un proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

Bajo este concepto, se plantea que un proyecto debe cumplir tres características, conocidas por la interdependencia que existe entre ellas como el “Triángulo de Hierro”. Este triángulo se compone de tres restricciones fundamentales a las que está sujeto un proyecto: tiempo, alcance y costo. El tiempo se refiere al plazo para completar el proyecto, el alcance abarca la cantidad y calidad del trabajo necesario, y el costo engloba el presupuesto asignado para ejecutar las actividades del proyecto.

Cabe destacar que la rigurosidad existente entre estos tres factores resulta ser un factor determinante, puesto si uno de éstos cambia, es probable que al menos otro se vea afectado, lo que pone en juego el éxito del proyecto. Entendiendo que el éxito del proyecto abarca la calidad del producto, la calidad del proyecto, la puntualidad, el cumplimiento con el presupuesto y el grado de satisfacción del cliente (Project Management Institute, 2017).

Además, se ha de tener en cuenta que un proyecto se considera finalizado cuando se alcancen sus objetivos, cuando no es posible que se cumplan los objetivos o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Concluyendo así que un proyecto tiene un principio y un final definidos.

Para finalizar, cabe resaltar que el cumplimiento y la eficiencia a la hora de terminar un proyecto no solo depende del establecimiento de los tres parámetros mencionados anteriormente, sino que en gran medida depende también del enfoque metodológico empleado para su ejecución. Aquí surge la importancia de la gestión de proyectos.

A continuación, se desarrollará el concepto de gestión de proyectos y posteriormente los tres enfoques más tratados para su ejecución (tradicional, ágil e híbrido).

#### **3.2. Gestión de proyectos**

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, la gestión de proyectos tiene su razón de ser como una disciplina encargada de “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de éste” (Project Management Institute, 2017). Actualmente, dichas herramientas y técnicas se configuran en formas de gestión que actúan bajo diferentes enfoques cómo pueden ser la atención o el interés. Estos enfoques actúan hacia asuntos o problemas que parte con sus supuestos previos y tratan de resolverlos de la forma más acertada posible.

#### **3.3. Enfoques de la gestión de proyectos**

A continuación, se presentan los principales enfoques de gestión de proyectos que se utilizan en la actualidad, cada uno con sus ventajas y desafíos dependiendo del contexto y las características del proyecto.

### 3.3.1. Enfoque tradicional

La gestión de proyectos tradicional también conocida como predictiva, es una disciplina formal de gestión basada en la planificación, ejecución y seguimiento a los proyectos, a través de procesos secuenciales y lineales. En este enfoque, el ciclo de vida de un proyecto está basado en obtener requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento para garantizar que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo de la manera prevista, con el objetivo de alcanzar el éxito del proyecto en términos de plazos, costes y calidad (Loriaux, 2022). La sistematización que propone este enfoque tradicional se puede visualizar de la siguiente manera (Figura 3):



**Figura 3.** Esquema del enfoque tradicional. Fuente: Varas, 2000.

A continuación, se van a exponer las ventajas e inconvenientes de este enfoque.

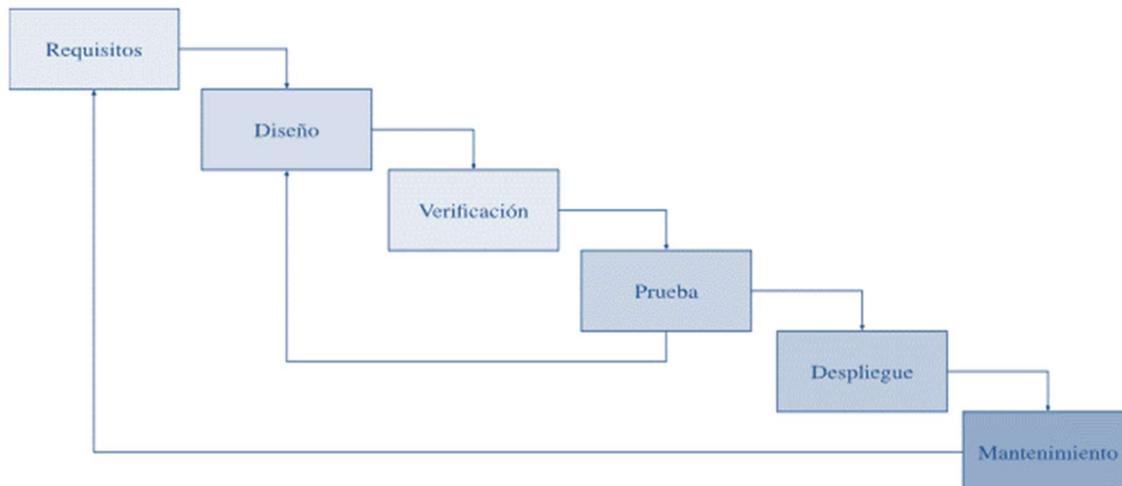
De acuerdo con este esquema lineal, las ventajas del enfoque tradicional resultan evidentes. Este enfoque, proporciona una estructura clara y fácil de entender y seguir, lo que lo convierte en una opción ideal para proyectos pequeños, donde los requisitos son claros y hay poca incertidumbre.

Además, este enfoque es valioso para la gestión de riesgos, ya que proporciona un control máximo sobre el estado del proyecto. De esta forma, cabe destacar que el esquema hace énfasis en la documentación de manera detallada, permitiendo predecir con mayor precisión el alcance, el tiempo, el coste y la calidad del proyecto, al basarse en una planificación exhaustiva y detallada desde el principio (Laurent, 2022).

Por otro lado, el enfoque tradicional también presenta desventajas significativas. Este sistema puede resultar inflexible y carecer de colaboración, lo que puede llevar a una desalineación con las necesidades del cliente, especialmente en proyectos complejos y variables que requieren una mayor adaptabilidad. Además, basarse principalmente en el cumplimiento del triángulo de hierro para medir el éxito del proyecto puede resultar ineficiente y costoso en ciertas situaciones, y puede no ser suficiente para evaluar aspectos como los resultados comerciales o la satisfacción del cliente (Salameh, 2014).

### 3.3.2. Modelo de Cascada

La metodología de cascada también conocida como el modelo en cascada o enfoque secuencial, fue adoptada por el enfoque tradicional para la gestión de proyectos. Este método, sigue una estructura lineal y secuencial, que se caracteriza por dividir el proyecto en una serie de fases distintas, cada una de las cuales representa una etapa específica del desarrollo del proyecto. En éste, cada una de las fases debe completarse antes de pasar a la siguiente, siguiendo un enfoque paso a paso como agua que cae en una cascada (Stsepanets, 2023). Las fases de este modelo se pueden visualizar de la siguiente manera (Figura 4):



**Figura 4.** Esquema del modelo en cascada. Fuente: Castle, 2018.

Estas fases secuenciales quedan definidas a continuación:

- i. **Requisitos:** En esta fase los miembros del equipo recopilan y documentan los requisitos del cliente y del proyecto. Este proceso de planificación es una etapa crucial pues reúne toda la información posible para garantizar el éxito del proyecto y de esta información dependerán los pasos posteriores.
- ii. **Diseño:** Basándose en los requisitos, se crea un diseño detallado del proyecto. La fase de diseño sirve para formular una solución específica en base a las exigencias, tareas y estrategias definidas en la fase anterior.
- iii. **Implementación:** Con los requisitos establecidos y el diseño aprobado, el equipo lleva a cabo la implementación real del proyecto. Esta etapa da como resultado un producto que se comprueba por primera vez como producto final en la siguiente fase.
- iv. **Pruebas:** La fase de pruebas implica la verificación de que el proyecto cumple con los requisitos definidos en la fase inicial. El equipo busca cualquier error que debe repararse antes de despliegue del proyecto.
- v. **Despliegue:** Después de la fase de pruebas y correcciones, el proyecto se implementa en el entorno de producción. Esta fase también puede incluir la capacitación del usuario final y la preparación para el mantenimiento.
- vi. **Mantenimiento:** En la fase de mantenimiento, se realizan actualizaciones y correcciones de errores. Si surgen nuevos requisitos o problemas durante la operación, se abordan en esta fase.

Así, la metodología en cascada aporta una estructura clara y una gestión fácil del proyecto, con hitos y entregables definidos en cada fase del proyecto. Siendo precisamente adecuada para proyectos con requisitos estables, donde la planificación inicial es crucial.

Sin embargo, su rigidez puede llevar a una falta de flexibilidad y adaptabilidad del trabajo del equipo, resultando en largos tiempos de entrega y riesgos de malentendidos entre el equipo y los interesados.

En cuanto a la aplicación de este método en el campo de proyectos de instalaciones fotovoltaicas, se ha de tener en cuenta que en este tipo de instalaciones son muy comunes los presupuestos llamados "Llave en mano". Respecto a esto, la modelo cascada resulta adecuado para proyectos con requisitos claros y estables, lo cual es positivo a la hora de plantear presupuestos "Llave en mano". Pero una vez planteados los presupuestos, también se ha de tener en cuenta que las pruebas o entregas tardías que se puedan ocasionar aumentan el riesgo de errores y se pueden llegar a encontrar desafíos en aquellas

situaciones donde los requisitos son cambiantes o difíciles de definir desde el principio, como puede resultar ser habitual en algunos proyectos fotovoltaicos.

### 3.3.3. PMBOK

El PMBOK o Cuerpo de Conocimiento en Dirección de Proyectos, se destaca como una guía integral desarrollada por el *Project Management Institute* (PMI) para establecer estándares y prácticas eficaces en la gestión de proyectos. La importancia de este enfoque radica en su capacidad para proporcionar un marco teórico a la vez que desarrolla las prácticas fundamentales que sustentan el enfoque tradicional en la gestión de proyecto. Además, proporciona un marco de trabajo común y estructurado que facilita la gestión exitosa de proyectos en diversos sectores y disciplinas (Rodrigues, 2023).

Adicionalmente, al estandarizar las prácticas y la terminología utilizada, el PMBOK facilita la comunicación entre los miembros del equipo, las partes interesadas y las organizaciones involucradas en el proyecto. Esto contribuye a una comprensión más clara y coherente de los procesos de gestión mejorando a su vez la colaboración y la eficiencia en la ejecución de los proyectos.

El PMBOK propone cinco grupos de procesos que se desarrollan en diez áreas de conocimiento. Estas áreas representan los diferentes aspectos o disciplinas que son relevantes para la gestión de proyectos, abordando todos los aspectos clave que los gerentes de proyectos deben considerar y gestionar a lo largo del ciclo de vida de este (Tabla 1).

**Tabla 1.** Esquema del Enfoque PMBOK. Fuente: PMI, 2017.

ÁREAS DEL CONOCIMIENTO	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo del Proceso de Planificación	Grupo del Proceso de Ejecución	Grupo del Proceso de Monitoreo y Control	Grupo del Proceso de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan de Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	4.4 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.5 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.6 Cerrar Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar los Recursos de las Actividades 6.5 Estimar la Duración de las Actividades 6.6 Desarrollar el Cronograma		6.7 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costes del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Realizar el Aseguramiento de Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	9.2 Adquirir el Equipo del Proyecto 9.3 Desarrollar el Equipo del Proyecto 9.4 Dirigir el Equipo del Proyecto		
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Controlar las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos		11.6 Controlar los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	12.4 Cerrar las Adquisiciones
13. Gestión de los interesados del proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar la Gestión de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Controlar la Participación de los Interesados	

Cada grupo de proceso se puede definir como:

- i. **Inicio:** En esta fase, se definen el proyecto desde una perspectiva amplia y autoriza formalmente el proyecto.
- ii. **Planificación:** Durante la fase de planificación, se elabora el plan de gestión del proyecto que servirá como guía para la ejecución de este. En esta fase, se definen los objetivos, alcance, cronograma, presupuesto y se identifican los riesgos, además, se establecen los roles y responsabilidades del equipo de proyecto.
- iii. **Ejecución:** La fase de ejecución se centra en poner en práctica el plan de gestión del proyecto. Se asignan los recursos, se dirige y coordina el equipo, y se implementan las actividades del proyecto según lo definido en el plan.
- iv. **Monitoreo y Control:** Durante esta fase, se supervisan y controlan continuamente las actividades del proyecto para garantizar que se estén cumpliendo según lo planificado. Se realizan mediciones de rendimiento, se gestionan los cambios cuando sea necesario y se toman acciones correctivas para mantener el proyecto en curso.
- v. **Cierre:** La fase de cierre se centra en formalizar la aceptación del proyecto o fase del proyecto y asegurar la entrega de todos los productos finales. Se documentan las lecciones aprendidas, se cierran contratos y se obtiene la aprobación formal del cliente, además, se realiza una evaluación del desempeño del proyecto y se archivan los documentos pertinentes.

Aunque el PMBOK proporciona una estructura clara y coherente para abordar proyectos, su aplicabilidad puede resultar limitada en ciertas situaciones. En la práctica, como marco genérico, puede ser difícil adaptar sus parámetros a necesidades específicas, especialmente en proyectos pequeños o menos complejos. Adicionalmente, la planificación detallada inicial, la documentación excesiva y la mínima intervención del cliente pueden llevar a entregables tardíos y a que los equipos gasten más tiempo en la preparación de informes que en la entrega real del proyecto. Sumando a esto que, hacer cambios en una etapa posterior del proyecto puede resultar costoso y aumentar el tiempo de entrega del proyecto.

#### 3.3.4. Enfoque ágil

El enfoque ágil es una metodología iterativa e incremental para la gestión de proyectos que se caracteriza por su flexibilidad, adaptabilidad y colaboración continua entre los interesados. A diferencia del enfoque tradicional, el enfoque ágil se basa en abrazar el cambio y la incertidumbre, permitiendo a los equipos responder rápidamente a las demandas cambiantes del proyecto (Laurent, 2022). La metodología ágil, nacida a partir del manifiesto con el mismo nombre, se desarrolla sobre el año 2000 por la necesidad de tener una metodología la cual pueda reducir el fracaso por subestimación de costos, tiempos y funcionalidades en proyectos de software (Jimenez, 2019).

El enfoque ágil se fundamenta en cuatro valores que enfatizan en la importancia de la colaboración entre individuos, la entrega continua de valor, la participación del cliente y la adaptación a cambios inesperados. Basado en estos valores, se establecen 12 principios que guían el enfoque ágil reflejados en la Figura 5.



Figura 5. Esquema sobre los principios del enfoque ágil. Fuente: Jimenez, 2019.

Así, el desarrollo de los proyectos bajo el enfoque ágil implica un esquema de trabajo el cual se basa en la iteración y la constante evaluación constante sobre el progreso del proyecto. Comenzando con la fase de inicio, donde se establecen los objetivos y se crea el "backlog" del producto, el cual sirve como lista de trabajo pendiente donde se registran todas las necesidades del proyecto.

Posteriormente, se planifican y ejecutan iteraciones cortas de desarrollo, seguidas de revisiones y retrospectivas para adaptar el trabajo según la retroalimentación recibida. El ciclo se repite a lo largo del proyecto, con entregas incrementales al cliente y ajustes continuos basados en la retroalimentación. Este enfoque proporciona flexibilidad y capacidad de respuesta a los cambios, permitiendo un desarrollo adaptativo y colaborativo del proyecto. El esquema de este enfoque se ve reflejado en la Figura 6:

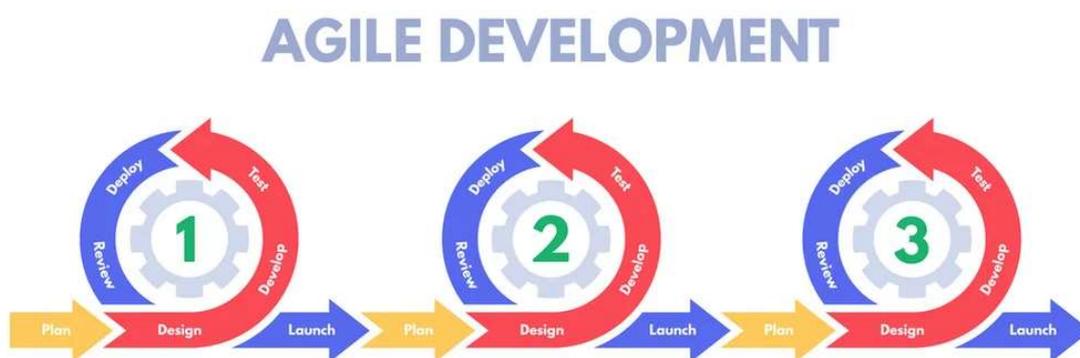


Figura 6. Desarrollo del Esquema ágil. Fuente: Laurent, 2022.

Así, el enfoque ágil trae consigo la solución a diversas problemáticas de los modelos tradicionales, entre estas ventajas se encuentra una mayor facilidad de adaptación a los cambios, la mejora de trabajo en equipo y una mejor centralización de las necesidades de los clientes (Laoyan, 2022). A su vez, este enfoque presenta desafíos, entre ellos se incluyen: la dificultad para estimar la duración y el costo del proyecto, la necesidad de contar con un equipo de trabajo adecuado, la falta de

documentación que puede dificultar la integración de nuevos miembros al equipo y la posibilidad de que la falta de definición de alcances del proyecto conduzca a una expansión incontrolada (ITMplatform, 2024).

En el ámbito del enfoque ágil, se proponen diferentes modelos, como Kanban y Scrum, que ofrecen recomendaciones para el control del equipo sobre el proyecto, aunque no necesariamente siguen una serie de pasos definidos. Estos modelos serán explorados más detalladamente a continuación.

### 3.3.4.1. Scrum

El marco de trabajo Scrum es ampliamente reconocido y utilizado en la gestión de proyectos para el desarrollo de productos complejos. Este modelo se basa en la teoría de control de procesos empírica también conocida como empirismo. En cuanto a sus características destaca por su enfoque en equipos autoorganizados y multifuncionales que trabajan en ciclos cortos durante el cual se lleva a cabo el trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto llamados "sprints" o iteraciones.

Su objetivo principal consiste en optimizar la colaboración y la flexibilidad, con un enfoque centrado en la entrega incremental y continua de un producto buscando mejorar la predictibilidad y controlar el riesgo al realizar entregas del proyecto de manera iterativa (López, 2015). La estructura general del Scrum mostrada en la Figura 7:



Figura 7. Esquema Scrum, Fuente: López, 2015.

Scrum se basa en tres principios: la transparencia, la inspección y la adaptación. Estos principios se aplican a través de cuatro eventos principales que ocurren en cada una de las iteraciones del proyecto, definidos por Schwaber y Sutherland (2020) como:

- **Reunión de planificación del sprint:** En esta reunión, el equipo establece el trabajo que se realizará durante el sprint. El plan resultante se crea de manera colaborativa por todo el equipo de Scrum.
- **Scrum Diario:** Esta reunión diaria permite inspeccionar el progreso hacia el Objetivo del Sprint y adaptar el Sprint Backlog según sea necesario, ajustando el próximo trabajo planeado.
- **Revisión del Sprint:** En esta reunión, el equipo inspecciona el resultado del sprint y determina futuras adaptaciones.
- **Retrospectiva del Sprint:** Durante esta reunión, el equipo reflexiona sobre el sprint pasado y planifica formas de aumentar la calidad y la eficacia en futuros sprints.

En cuanto a las ventajas del enfoque Scrum, éste ofrece la posibilidad de adaptarse rápidamente a los posibles cambios de los requisitos del proyecto y del cliente, lo que permite una mayor flexibilidad y capacidad de respuesta. Adoptar esta metodología supone desafíos significativos. Para utilizar Scrum de manera eficaz, es fundamental que en los equipos estén presentes cinco valores: Compromiso, Enfoque, Apertura, Respeto y Coraje. Esto requiere un compromiso total por parte del equipo y puede ser difícil de mantener en entornos donde los miembros tienen otras responsabilidades o están involucrados en múltiples proyectos simultáneamente.

Además, el éxito de cada iteración depende en gran medida de la comunicación efectiva y la colaboración entre los miembros del equipo, así como con los demás interesados. Si la comunicación falla, pueden surgir problemas de coordinación y alineación. También es importante tener en cuenta que las iteraciones de Scrum, aunque proporcionan previsibilidad, pueden no ser adecuados para proyectos muy grandes o complejos, especialmente cuando se enfrentan a la coordinación entre múltiples equipos y la gestión de dependencias complejas. En tales casos, el horizonte de un sprint puede volverse obsoleto, aumentando la complejidad y el riesgo del proyecto (Schwaber y Sutherland, 2020).

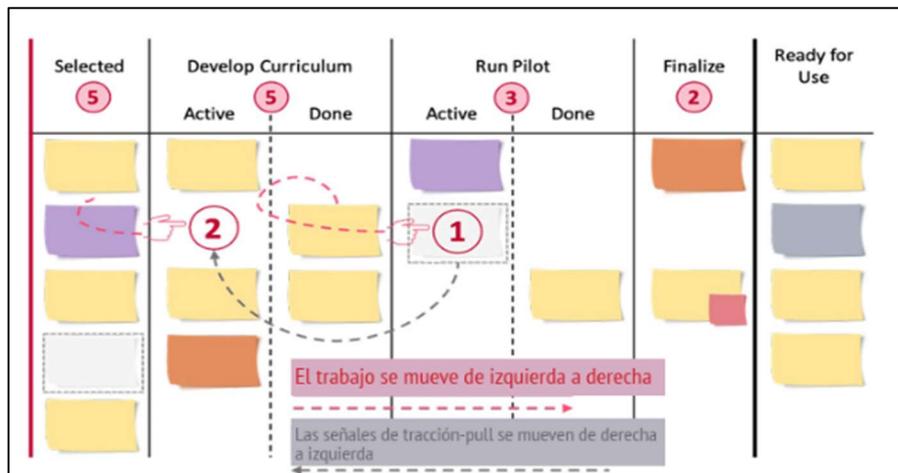
#### - **Kanban**

El método Kanban nace sobre la década de 1960 después de que Toyota nombra sus sistemas de limitación de trabajo en progreso como “sistemas Kanban”. En japonés Kanban puede significar: señal, tarjeta de señalización o tablero visual. Por lo tanto Kanban se ha adaptado y ha evolucionado para ser aplicado en una variedad de contextos, incluida la gestión de proyectos. En este sentido, Kanban se ha convertido en una metodología ágil de gestión visual que ayuda a los equipos a organizar y gestionar su trabajo de manera eficiente.

A continuación, se expone la definición del enfoque Kanban siguiendo el manual de “Kanban esencial condensado” escrito por Anderson y Carmichael (2016):

“Kanban es un método que nos muestra cómo funciona nuestra manera de trabajar... se enfoca en el compromiso gestionado y un flujo equilibrado de trabajo que conduzca a una mayor agilidad.” Se caracteriza por el principio de “empieza por donde estés” — por medio del cual se consigue catalizar el cambio rápido y focalizado dentro de las organizaciones — que reduce la resistencia a un cambio favorable en línea con los objetivos de la organización.”

La principal característica de Kanban es su tablero visual, que se utiliza para representar visualmente las tareas y su estado en el proceso. El tablero se divide en columnas que representan las diferentes etapas del flujo de trabajo, desde la entrada de las tareas hasta su finalización. Cada tarea se representa como una tarjeta que se mueve a través del tablero de izquierda a derecha a medida que avanza pasando de una fase a otra. Siguiendo la Figura 8, las columnas pueden subdividirse para identificar el estado de las tareas, lo que facilita la gestión y el seguimiento del progreso.



**Figura 8.** Tablero generalizado de Kanban. Fuente: Kanban University, 2021.

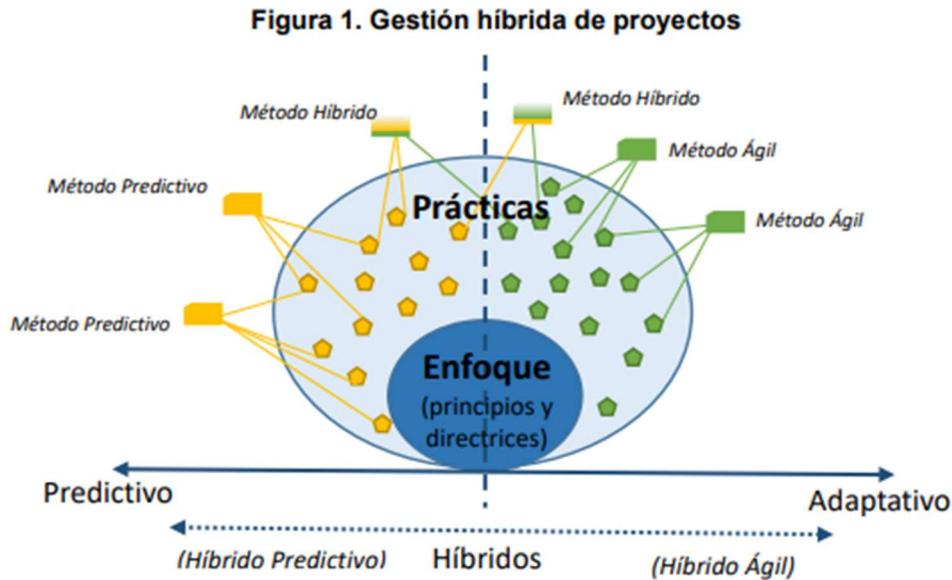
En la gestión de proyectos, un sistema Kanban se enfoca en la visualización del flujo de trabajo y en la limitación del trabajo en curso (WIP, del inglés “work in progress”) para optimizar la eficiencia y garantizar una entrega continua de valor. Este enfoque ofrece diversas ventajas, como la visualización clara del flujo de trabajo y la flexibilidad para adaptarse a los cambios. Además, promueve la mejora continua al permitir que los equipos aborden proactivamente los problemas que surgen. Sin embargo, en proyectos grandes o equipos con una alta carga de trabajo, mantener la visibilidad y el control de un gran número de tareas puede resultar desafiante.

Además, Kanban depende de una comunicación clara y transparente. A diferencia de otras metodologías más estructuradas como Scrum, Kanban ofrece menos orientación en términos de roles, reuniones y prácticas, lo que puede resultar en una implementación inconsistente o confusa si no se establecen pautas claras. Además, este enfoque presenta limitaciones en la planificación a largo plazo, ya que se enfoca en la gestión del trabajo en curso en lugar de la planificación a largo plazo.

### 3.3.5. Enfoque híbrido

El enfoque híbrido surge como una propuesta para combinar y complementar elementos tanto de las metodologías tradicionales como ágiles, con el objetivo de lograr resultados más eficientes en la gestión de proyectos. Según Vila y Capuz (2021), este enfoque se basa en la fusión de distintos conceptos, incluidos el enfoque, la metodología y las prácticas, cada uno con un papel específico en la gestión de proyectos.

Es importante comprender la diferencia entre el enfoque, la metodología y las prácticas en la gestión de proyectos. Según Vila y Capuz (2021), el enfoque se refiere al conjunto de principios y directrices que determinan cómo se diseñará y gobernará un proyecto en general. Por otro lado, la metodología se considera un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizadas por quienes trabajan en una disciplina. En cuanto a las prácticas, se refieren a técnicas o procedimientos utilizados para gestionar aspectos específicos de una metodología dentro de un proyecto.



**Figura 9.** Esquema sobre la gestión híbrida de proyectos. Fuente: Vila y Capuz, 2021.

La hibridación en la gestión de proyectos puede darse de tres maneras distintas, usadas para adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto siempre buscando combinar lo mejor de los enfoques tradicionales y ágiles, según Vila y Capuz (2021) de la siguiente manera:

- **Gestión híbrida de proyectos basada en el enfoque:** Se refiere a una hibridación en el nivel más alto, fundamentada en una serie de principios y valores que orientan la ejecución práctica de la gestión del proyecto mediante la metodología.
- **Gestión híbrida de proyectos basada en la metodología:** A nivel metodológico, implica combinar diversas metodologías o elementos de diferentes metodologías.
- **Gestión híbrida de proyectos basada en las prácticas:** Se podría definir como la combinación de prácticas de gestión de distinta naturaleza dentro de un mismo método de gestión de proyectos. Por lo tanto, no implica la combinación de varias metodologías, sino de diversas prácticas para generar una nueva metodología

Cada una de estas hibridaciones ofrece una perspectiva única sobre cómo integrar aspectos clave de los enfoques tradicionales y ágiles. Esta flexibilidad permite a las empresas adaptar su gestión de proyectos según las necesidades específicas de cada proyecto, dándole paso a la innovación y a la mejora continua en la entrega de proyectos. Sin embargo, su implementación puede ser compleja debido a la necesidad de incluir diferentes prácticas y enfoques, lo que puede resultar en una mayor carga de trabajo y desafíos de comunicación. Además, pueden surgir conflictos en roles y responsabilidades dentro del equipo, lo cual puede llevar a un riesgo de inconsistencias en la ejecución del proyecto. Para mitigar estas desventajas, es importante establecer una planificación detallada, una comunicación clara y procesos de control y seguimiento adecuados.



## **4. Introducción al uso de Kanban**

En este capítulo, se llevará a cabo una comparación entre las metodologías tradicionales y ágiles para determinar cuál sería más adecuada para el caso de estudio. Además, se proporcionará una descripción detallada del método Kanban aplicado a la gestión de proyectos, incluyendo sus principios, valores y conceptos fundamentales.

### **4.1. Justificación del uso**

La instalación de sistemas fotovoltaicos involucra una serie de características específicas, incluyendo la necesidad de un proceso bien definido, la presencia de personal altamente especializado con conocimientos técnicos específicos y la consideración de una variedad de factores medioambientales y normativa específica. En este contexto, la gestión de proyectos implica la coordinación y supervisión de todas las actividades necesarias, desde la planificación y el diseño, hasta la adquisición de materiales, la instalación, la prueba y la puesta en marcha del sistema fotovoltaico.

Por lo tanto, la aplicación de una metodología específica en esto tipo de proyectos puede aumentar la eficiencia, mejorar la viabilidad del trabajo y la gestión de recursos, además de permitir una mayor capacidad de respuesta a los cambios, lo que en última instancia conduce a la entrega exitosa y oportuna de los proyectos.

Para enfrentar los desafíos particulares de los proyectos de instalación fotovoltaica, es importante adoptar un enfoque de gestión de proyectos que se ajuste a las características únicas de este tipo de proyectos. A continuación, en la Tabla 2 se examinarán las características generales de los diferentes enfoques de gestión, prestando especial atención a los cuellos de botella identificados en la empresa SAC, con el fin de tomar una decisión informada que se adecue al funcionamiento específico de la empresa.

**Tabla 2.** Metodologías ágiles vs tradicionales vs híbridas. Fuente: Elaboración propia.

<b><i>CARÁCTERÍSTICAS</i></b>	<b><i>Enfoque Tradicional</i></b>	<b><i>Enfoque Ágil</i></b>	<b><i>Gestión Híbrida</i></b>
<b><i>Flexibilidad</i></b>	Menos flexible debido a la planificación detallada y lineal	Altamente flexible, permitiendo adaptaciones continuas	-Combinación de técnicas de gestión ágil de proyectos y modelos tradicionales.  -Flexibilidad a las organizaciones adaptar su gestión de proyectos según las necesidades específicas.  -La gestión híbrida de proyectos puede tener lugar o tratar de realizarse a diferentes niveles, integrando diferentes elementos.  -Contribuir al desarrollo del proyecto, sobre todo tomando en consideración que la dificultad de aplicar la agilidad.
<b><i>Planificación</i></b>	Planificación exhaustiva al principio del proyecto	Planificación iterativa y adaptativa durante todo el proyecto	
<b><i>Entrega de Valor</i></b>	Se enfoca en la entrega del proyecto completo al final	Entrega de valor incremental y continua	
<b><i>Colaboración</i></b>	Menos énfasis en la colaboración continua	Fomenta la colaboración y comunicación frecuente entre el equipo y los interesados.	
<b><i>Adaptabilidad</i></b>	Difícil de adaptar a cambios en los requisitos o condiciones del proyecto	Se adapta fácilmente a cambios y permite una respuesta rápida a los nuevos requisitos	
<b><i>Control</i></b>	Mayor control sobre el alcance, el tiempo y el presupuesto	Menor control inicial, pero mayor capacidad de adaptación y control a lo largo del proyecto	
<b><i>Información y comunicación</i></b>	Informal y frecuente. Comunicación e intercambio de información en tiempo real a través de reuniones diarias rápidas, tableros visuales y herramientas de colaboración en línea.	Formal y centralizada. La información fluye de arriba hacia abajo a través de canales establecidos	
<b><i>Acumulación del trabajo</i></b>	Limitación del trabajo y priorización continúa.	Acumulación del trabajo en determinadas fases.	

<b>Personas</b>	Prefiere el establecimiento y especialización de los individuos en tareas específicas.	Los miembros del equipo tienen diferentes habilidades y trabajan juntos de manera colaborativa para lograr los objetivos del proyecto.	
<b>Procedimientos</b>	Basado en normas provenientes de estándares ya determinados. Énfasis en la documentación detallada y los procesos formales.	Establecimiento de políticas y reglas. Se recopila y utiliza la retroalimentación para mejorar continuamente el producto o el proyecto.	

Tras el análisis de la tabla de comparación de los diferentes enfoques, se puede concluir que el enfoque ágil es el que mejor se adapta a los requisitos de la empresa mencionados anteriormente, así como a otros aspectos mencionados posteriormente en la evaluación de la empresa. Esto se debe a la capacidad que ofrece este enfoque en términos de flexibilidad, eficiencia en la gestión del trabajo, comunicación y promoción del trabajo en equipo.

Dentro del enfoque ágil, el método Kanban destaca como una opción relevante debido a su capacidad para adaptarse a empresas con una organización y gestión de proyectos ya establecida. En el caso de la empresa SAC, no hace cambios sustanciales en la organización, pero sí merece la pena intervenir en la gestión de proyectos. Esto resulta especialmente valioso para una empresa como SAC, donde la aplicación de este método representa el primer paso hacia la transformación de su forma de gestión de proyectos. Así, adoptar el principio de “empieza por donde estés” resulta pertinente en este contexto, facilitando una transformación gradual y focalizada, minimizando la resistencia al cambio y promoviendo una evolución alineada con los objetivos de la organización.

El método Kanban se basa en hacer visible lo que de otro modo sería trabajo intangible, asegurando que los proyectos se ejecuten con la cantidad adecuada de trabajo, realizando el trabajo requerido y necesario para satisfacer las necesidades del cliente haciendo que el servicio válido para su entrega.

Así pues, este enfoque busca proporcionar una visualización clara del flujo de trabajo, lo que permite identificar rápidamente los cuellos de botella y priorizar las tareas críticas del proyecto. Además, Kanban es altamente flexible y adaptable a los cambios, lo que resulta beneficioso en proyectos fotovoltaicos donde pueden surgir imprevistos.

Al limitar el trabajo en curso y optimizar el flujo de trabajo, Kanban mejora la eficiencia y productividad del equipo, al mismo tiempo que fomenta la colaboración y transparencia entre todos los interesados. De esta manera, la implementación de la metodología ágil, y en particular del método Kanban (sistema que limita el trabajo en progreso con señales visuales), puede catalizar un cambio positivo y ágil dentro de la empresa SAC, permitiendo una gestión de proyectos más eficiente y colaborativa.

#### 4.2. Kanban

En vista de que la metodología Kanban resulta ser adecuada para utilizarla en la empresa, a continuación, se describen los conceptos básicos que nos permiten tener mayor claridad sobre esta metodología. Para la descripción de estos conceptos se ha seguido la guía de Anderson y Carmichael (2016).

#### 4.2.1. Sistema Kanban

Un sistema Kanban es una metodología de gestión visual que optimiza los procesos de trabajo mediante la representación visual de tareas en un tablero dividido en columnas. Cada columna dentro de un tablero representa una etapa del proceso, y las tareas se representan mediante tarjetas Kanban que usualmente se organizan de acuerdo con las prioridades u orden de desarrollos ubicados en diferentes filas. Se suelen utilizar tarjetas de distintos colores como se muestra en la siguiente figura.

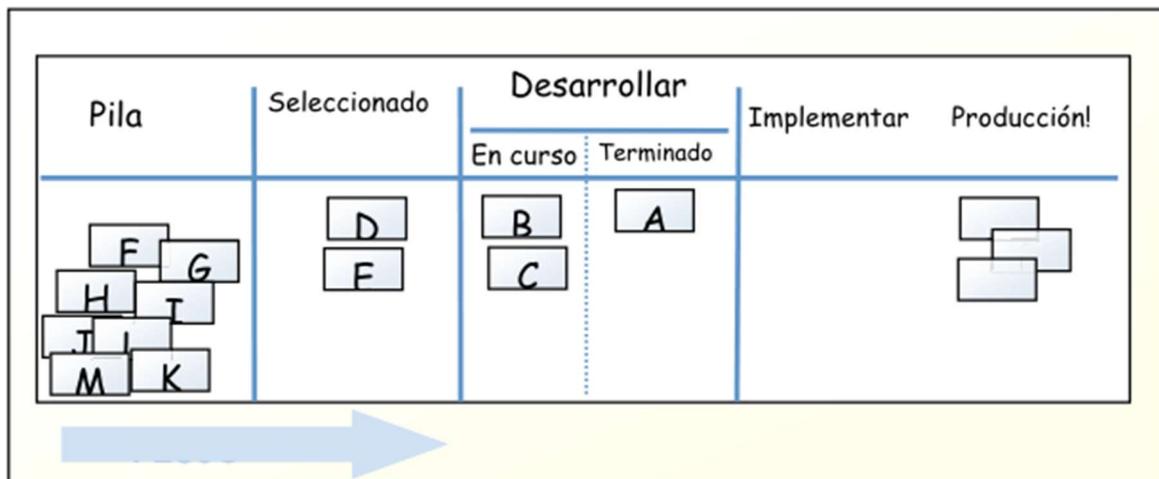


Figura 10. Tablero Kanban. Fuente: Kniberg y Skarin, 2010.

Una característica clave del sistema Kanban es la limitación del trabajo en curso (WIP), donde se establece un límite en el número de tarjetas que pueden estar en cada columna. Este límite queda determinado por el equipo de desarrollo de proyectos, de acuerdo con el máximo de trabajo que pueden manejar eficientemente. La aplicación de esta característica ayuda a mantener un flujo de trabajo equilibrado, evitando la sobrecarga de tareas en cualquier etapa del proceso y facilitando la identificación de cuellos de botella.

De esta forma, cuando se alcanza el límite WIP en una columna implica que el equipo debe terminar una tarea antes de comenzar una nueva, lo que fomenta la colaboración y la resolución de problemas. Por consiguiente, esta limitación sirve como método de autocontrol e indicador al equipo de trabajo para saber si el desarrollo del proyecto lleva un flujo adecuado y sin posibles atascos debido a una mala organización.

Adicionalmente, al utilizar la representación visual del trabajo, un sistema Kanban facilita el intercambio de información, promueve la transparencia y fomenta la colaboración dentro del equipo. Esta metodología se basa en la premisa de que lo que se puede ver se puede gestionar y mejorar de manera eficiente.

#### - Principios de Kanban

Para conseguir que Kanban funcione correctamente, según Anderson y Carmichael (2016) se deben seguir los siguientes principios:

- i. **Empezar por lo que estás haciendo ahora:** Se valora la estructura organizativa actual, los roles, procesos y responsabilidades.
- ii. **Fomentar el liderazgo a todos los niveles:** Se requiere un liderazgo comprometido que entienda, enseñe y promueva el cambio hacia un enfoque más ágil y colaborativo.

- iii. **Implementar cambios de manera gradual y evolutiva:** Se promueven cambios pequeños y continuos en lugar de transformaciones radicales, respetando la capacidad de la organización para adaptarse y absorber los cambios.
- iv. **Gestionar el trabajo:** Garantizar que cada miembro del equipo tenga claro qué es lo que debe hacer y cuáles sus funciones dentro del equipo, así como permitir que cada trabajador se autoorganice alrededor de las tareas.
- v. Entender las necesidades y expectativas de tus clientes y focalizarse en ellas.
- vi. Evolucionar en las políticas de la empresa para mejorar los resultados hacia el cliente y del negocio.

- **Prácticas de Kanban**

Además, un Tablero Kanban requiere de seis prácticas fundamentales que se describen a continuación.

- i. **Visualización del trabajo:** Usar un tablero Kanban para mostrar todas las tareas en diferentes etapas del proceso.
- ii. **Limitación del trabajo en curso (WIP):** Establecer límites en la cantidad de tareas en progreso.
- iii. **Gestión del flujo de trabajo:** Monitorear y ajustar el flujo de trabajo para mantener la eficiencia.
- iv. **Priorización basada en políticas:** Establecer políticas claras para priorizar tareas.
- v. **Retroalimentación continua y mejora:** Obtener retroalimentación regular para mejorar el proceso.
- vi. **Reuniones regulares de revisión y sincronización:** Mantener reuniones periódicas para revisar el trabajo y coordinar esfuerzos del equipo.

Por tanto, estas prácticas posibilitan la visualización del trabajo, las políticas que determinan como se procesan los trabajos y la mejora del proceso de una manera evolutiva.

#### 4.2.2. Conceptos principales

Llegados a este punto se precisa definir los términos claves utilizados en Kanban con el que permiten su comprensión y aplicación eficaz:

- **Tablero:** Representación de un sistema de flujo de trabajo en el que los elementos del trabajo fluyen a través de etapas de un proceso. Este flujo ocurre de izquierda a derecha.
- **Tablero Kanban:** Es una herramienta visual que representa el flujo de trabajo de un proyecto o proceso. Consiste en columnas que representan diferentes etapas del proceso y tarjetas que representan las tareas individuales.
- **Tarea:** Una tarea o actividad se refiere a cualquier unidad de trabajo que forma parte del proceso de desarrollo o entrega de un producto o servicio.
- **Tarjetas Kanban:** Son elementos visuales que representan unidades de trabajo, como tareas, historias de usuario o elementos de trabajo. Contienen información relevante, como descripción de la tarea, estado actual y cualquier otra información necesaria.
- **Flujo de trabajo:** Se refiere al movimiento de las tareas a través de las diferentes etapas del proceso, desde su creación hasta su finalización. El objetivo es maximizar la eficiencia y minimizar los tiempos de espera y los cuellos de botella.
- **Trabajo en curso:** Conjunto de elementos que están dentro del sistema de trabajo en cualquier momento del tiempo, así como el número de estos elementos.
- **Políticas explícitas:** Son reglas y acuerdos claros y transparentes sobre cómo se mueven las tareas a través del proceso. Estas políticas ayudan a mantener la coherencia y la eficiencia en el flujo de trabajo.



## 5. Introducción de Kanban en la empresa

A continuación, se desarrolla el modelo STATIK para la introducción de Kanban dentro de la organización, estableciendo un marco estructurado para implementar Kanban ajustado a la empresa SAC.

### 5.1. Kanban STATIK

Para implementar el método Kanban en una empresa con una gestión de proyectos, una organización y un marco de trabajo ya establecidos como es el caso de SAC, Anderson y Carmichael (2016) propone seis pasos que conforman el modelo Kanban *STATIK* (de sus siglas en inglés, “Systems Thinking Approach To Introducing Kanban”). Estos pasos se basan en el enfoque de pensamiento sistémico para introducir Kanban en las organizaciones (Figura 11).



**Figura 11.** Pasos para la implementación del método Kanban. Fuente: Kanban University, 2021.

El modelo *STATIK* proporciona un enfoque sistemático y de pasos para implementar Kanban en una organización. Este modelo se fundamenta en asegurar que se entienda completamente el propósito, el flujo de trabajo, los clientes, los riesgos, la demanda, las capacidades y las oportunidades de mejora del proceso antes de comenzar con la implementación. Esto ayuda a garantizar que Kanban se implemente de manera eficiente y se alinee con los objetivos y las necesidades de la organización.

Estos pasos básicos del enfoque de *STATIK* aunque se presentan de manera lineal, habitualmente son aplicados de manera iterativa con el fin de que en cada paso se pueda descubrir nueva información, y en ocasiones se pueden dar situaciones donde se repitan pasos previos.

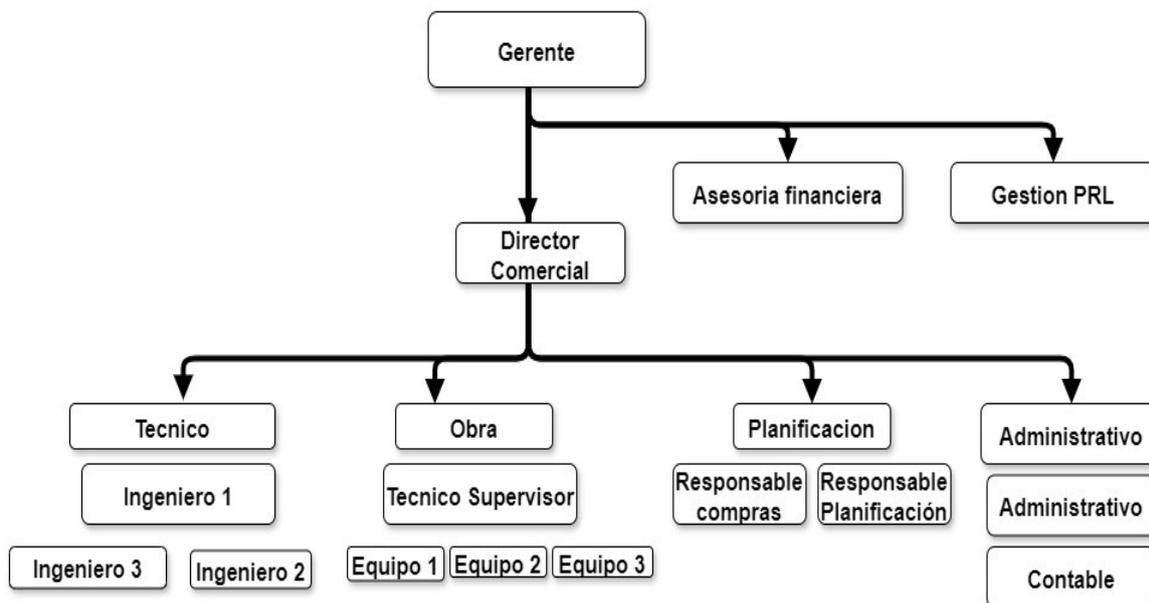
Adicionalmente, el modelo *STATIK* sugiere iniciar la implementación de Kanban en un solo servicio o equipo antes de expandirlo a otros. Esta estrategia se basa en varios beneficios, uno de los principales es centrarse en la mejora continua al comprender a fondo el sistema de trabajo actual y reducir el riesgo de fracaso al limitar el impacto inicial.

Además, comenzar con un solo servicio permite un aprendizaje iterativo y un enfoque más personalizado, adaptándose mejor a las necesidades específicas de ese servicio antes de su expansión a otros sectores de la empresa. Es por tanto que, en este trabajo se desarrolla esta metodología a través de un caso de estudio, tomando como referencia los proyectos de instalación a naves industriales y el trabajo que el equipo realiza para llevar a cabo estos proyectos.

### 5.2. Diagnóstico actual: Fuentes de insatisfacción

Este diagnóstico busca identificar las fuentes de insatisfacción en la ejecución de proyectos dirigidos a naves industriales. En este apartado, se propone abordar dos cuestiones clave: ¿Qué aspectos generan insatisfacción entre las personas involucradas en la entrega del servicio? y ¿Cuáles son las áreas de insatisfacción para los clientes?

Por tanto, para entender en primer lugar las fuentes de insatisfacción de las personas involucradas en la prestación del servicio, es preciso identificar que la empresa de estudio SAC tiene una estructura que se divide de forma funcional tal como se describe en la Fig. 12.



**Figura 12.** Estructura de la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al gráfico de estructura funcional (Figura 12), SAC se configura en el tipo específico de organización en la que las actividades se agrupan según funciones o áreas especializadas, donde cada departamento desempeña un papel específico en el desarrollo de los proyectos de instalación.

De acuerdo con esto, el proceso operativo se desarrolla secuencialmente, comenzando con el Departamento Comercial, encargado de establecer la relación con el cliente y obtener sus requisitos.

A continuación, el Departamento de Ingeniería se encarga de los estudios técnicos y trámites administrativos de las instalaciones, seguido por el Departamento de Planificación, responsable de la ejecución de los proyectos. Posteriormente, el Departamento de Obra es el encargado de realizar la ejecución de las tareas de instalación de acuerdo con los parámetros que sean establecidos por el resto de los departamentos. En cuanto al Departamento de Administración, este último se encarga de las tareas financieras en el momento que sean necesario.

Se ha de destacar que, bajo esta estructura, la empresa SAC está diseñada para operar bajo una metodología en la cual hay una línea divisoria entre quienes velan por el desarrollo del negocio con los clientes consolidada como un área administrativa liderada por gerencia y una base operativa que sigue las pautas marcadas por ésta.

De esta estructura se destaca la presencia de desafíos en cuanto a la gestión de documentación y comunicación interna. Pues cada miembro del equipo utiliza métodos individuales para registrar su avance de trabajo y compartir información, lo que dificulta el seguimiento eficiente del progreso del proyecto. La falta de visibilidad de la información conduce a retrasos en la retroalimentación y en la toma de decisiones.

En resumen, la organización de la empresa es un reflejo de su mecanismo de división de trabajo progresivo, donde cada departamento se encarga de las necesidades que le competen durante todo el proyecto. Bajo esta funcionalidad se destaca la necesidad de asignación de tareas, del trabajo por etapas y la mejora de comunicación entre las partes involucradas.

De acuerdo con lo explicado anteriormente, podemos destacar que la empresa SAC en la actualidad no se rige por una metodología de gestión de proyectos estructurada y documentada, sino más bien una forma empírica de gestión que se generó a partir del trabajo del día a día, lo anterior trae consigo las no conformidades identificadas en la tabla siguiente.

**Tabla 3.** Identificación de las no conformidades internas en la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia.

<b>Nº</b>	<b>Inconformidad</b>	<b>Implicaciones</b>
<b>1</b>	<b>Falta de Coordinación Interdepartamental</b>	<b>1.1</b> Existen dificultades en la coordinación entre departamentos, lo que afecta la eficiencia y la capacidad de respuesta.
<b>2</b>	<b>Enfoque Interno:</b>	<b>2.1</b> Existe el riesgo de que cada departamento se enfoque en sus propias metas y no en los objetivos globales de cada proyecto de instalación.
<b>3</b>	<b>Falta de Comunicación</b>	<b>3.1</b> Problemas en la comunicación ascendente y descendente
		<b>3.2</b> Falta de transparencia en las decisiones y cambios organizativos.
<b>4</b>	<b>Falta de Claridad en Roles y Responsabilidades</b>	<b>4.1</b> Confusión en cuanto a quién es responsable de qué.
		<b>4.2</b> Superposición o falta de límites claros en las funciones y responsabilidades.
<b>5</b>	<b>Enfoque Departamental en Detrimento de Objetivos Globales</b>	<b>5.1</b> Departamentos que priorizan sus objetivos individuales en lugar de los objetivos organizacionales.
		<b>5.2</b> Competencia entre departamentos en lugar de colaboración.
<b>6</b>	<b>Rigidez y Resistencia al Cambio</b>	<b>6.1</b> Resistencia a la innovación y cambios en los procesos.
		<b>6.2</b> Dificultad para adaptarse a nuevas circunstancias o tecnologías.
<b>7</b>	<b>Carga de Trabajo Desigual</b>	<b>7.1</b> Distribución desigual de la carga de trabajo entre los empleados y departamentos.
		<b>7.2</b> Falta de recursos para hacer frente a la carga de trabajo.
<b>8</b>	<b>Problemas en la Coordinación Interdepartamental</b>	<b>8.1</b> Dificultades en la colaboración y coordinación entre diferentes funciones.
		<b>8.2</b> Falta de sinergia entre departamentos.
<b>9</b>	<b>Liderazgo Ineficaz</b>	<b>9.1</b> Falta de liderazgo efectivo y motivador.
		<b>9.2</b> Estilos de liderazgo autoritarios o poco colaborativos.
<b>10</b>	<b>Falta de Reconocimiento</b>	<b>10.1</b> Falta de reconocimiento y retroalimentación positiva.
		<b>10.2</b> Ausencia de canales para expresar preocupaciones o sugerencias.

Por otra parte, al revisar las reseñas de Google y observaciones a los albaranes de entrega remitidos a los clientes, se puede examinar que las principales fuentes de insatisfacción encontradas pueden variar según las expectativas de los clientes y la calidad de los servicios proporcionados. Destacándose las mostradas en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Identificación e implicaciones de las no conformidades de los clientes. Fuente: Elaboración propia.

<b>Nº</b>	<b>No conformidad</b>	<b>Implicaciones</b>
<b>1</b>	<b>Resultados inconsistentes</b>	Problemas en la instalación, como mal posicionamiento de los paneles, mala conexión eléctrica o instalación defectuosa, pueden afectar la satisfacción del cliente.
<b>2</b>	<b>Cumplimiento de Plazos</b>	Retrasos en la instalación o en la ejecución de proyectos pueden causar frustración entre los clientes.
<b>3</b>	<b>Servicio al Cliente y Soporte Técnico</b>	Respuestas lentas, falta de comunicación efectiva o servicio al cliente deficiente.

Al examinar las no conformidades de los clientes (Tabla 4), se puede determinar que estas no conformidades están ligadas a las problemáticas internas descritas en el análisis anterior. La falta de coordinación interdepartamental afecta directamente la experiencia del cliente, generando retrasos en la ejecución de proyectos y posibles entregas tardías. Esta falta de alineación puede conducir a una experiencia insatisfactoria para el cliente, quien espera que su proyecto se complete dentro del tiempo acordado.

La ausencia de una metodología estructurada de gestión de proyectos contribuye a la falta de transparencia y comunicación deficiente. Sin procesos claros y documentados, la información relevante puede perderse o malinterpretarse, generando malentendidos y expectativas no cumplidas por parte del cliente.

Además, la falta de reconocimiento y satisfacción del cliente está relacionada con una cultura organizativa que no valora adecuadamente sus necesidades. Cuando los empleados no están motivados o capacitados para priorizar la satisfacción del cliente, esto se refleja en la calidad del servicio entregado y en la forma en que se manejan las interacciones con los clientes. Esto puede crear una sensación de desatención y falta de compromiso, afectando negativamente la percepción del cliente sobre la calidad y el valor de los servicios proporcionados por SAC.

### **5.3. Análisis de demanda**

Este análisis busca responder a las preguntas: ¿Qué solicitan los clientes y a través de qué medios lo hacen? y ¿Cuáles son los tipos y patrones de la demanda? El objetivo es obtener una visión integral del trabajo que llega al sistema de trabajo.

Para comprender cómo llegan las señales que indican el inicio de un proyecto de instalación industrial, es preciso detallar cómo funciona el proceso de negociación, desarrollado por el director comercial de la empresa.

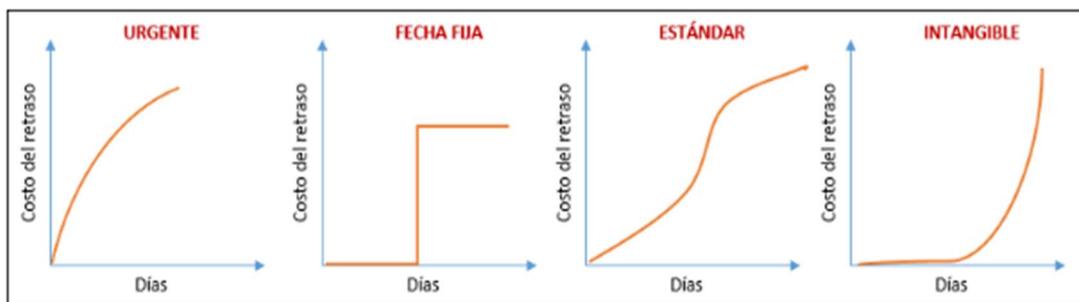
El proceso de negociación de la empresa comienza con una visita técnica entre el director comercial y el cliente, donde se establecen los servicios a ofrecer y se recopilan los requisitos detallados. Esta información se transmite al equipo técnico para que realice un estudio de factibilidad profundo,

considerando aspectos técnicos y costos. El documento resultante se envía al cliente para su revisión y decisión. Si el cliente acepta las condiciones, se elabora un presupuesto formal que, al ser firmado, indica el inicio del proyecto.

De acuerdo con esto, la carga de trabajo depende de las señales de aceptación dictadas por el director comercial, a veces sin considerar la capacidad de respuesta de la empresa a los proyectos previamente aceptados, pues cada presupuesto aceptado se convierte en una posibilidad de negocio. Esto hace que dentro de la empresa la priorización de los proyectos se establezca en función del costo de retraso y las implicaciones de este costo sobre la empresa. A continuación, se describen las cuatro prioridades de los proyectos y en la Figura 13 se muestra la dependencia del coste a lo largo del tiempo en función de la prioridad de éste.

- **Proyecto con prioridad Muy alta - Urgente:** Aquellos proyectos o tareas donde el coste de retraso es exponencial, porque a medida que pasa más tiempo el costo y las implicaciones para la empresa son peores, la solución es realizar la tarea lo más pronto posible.
- **Proyecto con prioridad Alta - Estándar:** Aquellos proyectos o tareas donde cada período que se retrasa su entrega tiene un coste elevado, pero no ponen en juego la existencia de la organización.
- **Proyecto con prioridad Media - Fecha fija:** Aquellos proyectos o tareas que entregarlos antes de una determinada fecha no aporta ninguna ventaja adicional. Pero entregar más tarde de esta fecha -por muy poco que sea- tiene un coste muy elevado.
- **Proyecto con prioridad Baja - Intangibles:** Son ítems que pueden retrasarse con un coste muy bajo a corto plazo. Pero son ítems que sabemos que en un momento desconocido del futuro tendrán un coste muy elevado.

Este enfoque de priorización puede llevar a una distribución desigual de la carga de trabajo y a una falta de consideración de la capacidad y recursos disponibles para cada proyecto. Además, puede resultar en una experiencia insatisfactoria para el cliente si los proyectos no se completan dentro de los plazos acordados.



**Figura 13.** Esquemas de Costos de Retraso. Fuente: Ejayo, 2024.

Respecto a la demanda, puede identificarse se comporta como una demanda elástica en la que los clientes adquieren el servicio en función del precio y las consideraciones técnicas ofrecidas. No obstante, también puede estar influenciada por varios factores externos que van desde la conciencia ambiental hasta factores económicos y políticos, tales como los incentivos gubernamentales, los costos de la energía convencional y la disponibilidad de financiamiento, entre otros.

#### 5.4. Análisis de la capacidad

Este análisis se centra en determinar la capacidad del sistema de trabajo para satisfacer las demandas de los clientes en términos de cantidad, tipo, velocidad y previsibilidad de respuesta.

Para empezar, se examina, el ámbito administrativo, donde la disposición de personal parece ser adecuada para las tareas de formulación y planificación de proyectos. No obstante, la gestión de proyectos se lleva a cabo de manera informal, con comunicaciones dispersas a través de correos electrónicos, listados manuales y archivos compartidos en Excel. Esta forma de comunicación resulta inoportuna y complicada, lo que dificulta el seguimiento del progreso del trabajo. Además, la falta de estructura en la comunicación limita la retroalimentación y el seguimiento entre los miembros del equipo. Esto puede estar fundamentado en que la cultura de la empresa se caracteriza por su informalidad, el trabajo colaborativo y un trato igualitario entre todos los niveles jerárquicos.

En el área operativa, aunque la disponibilidad de personal parece ser insuficiente en comparación con el volumen de trabajo, la gestión práctica de la planificación mitiga esta amenaza. Sin embargo, la dinámica de priorización del trabajo y la recepción de información inoportuna o ineficaz generan estrés y acumulación de tareas adicionales, afectando negativamente la eficiencia y capacidad de respuesta del equipo operativo. Pues, aunque los retrasos en las obras se originan en el área administrativa, son los empleados operativos quienes experimentan directamente la falta de un sistema organizativo sólido. Esto se traduce en retrocesos y múltiples iteraciones sobre un mismo trabajo, lo que obstaculiza el avance y genera retrasos en otros proyectos.

Además, SAC enfrenta limitaciones tecnológicas significativas. La falta de herramientas especializadas para la gestión de proyectos y la comunicación interna, dificultan la coordinación entre equipos y la asignación eficiente de recursos. La dependencia de métodos manuales y sistemas obsoletos, como correos electrónicos y hojas de cálculo, limita la capacidad de seguimiento del progreso del trabajo y la disponibilidad de recursos. La falta de integración entre los sistemas utilizados por diferentes departamentos también dificulta el intercambio de información y la colaboración.

En conclusión, este análisis permite identificar las diferentes fortalezas y limitaciones de la capacidad de SAC en el desarrollo de la gestión de los proyectos que realiza, resaltando como desafíos significativos la comunicación interna, la integración de procesos y la disponibilidad de recursos herramientas de gestión. Estos desafíos se convierten en el principal cuello de botella que afecta directamente la eficiencia operativa y la calidad del servicio prestado.

La siguiente matriz DOFA (Tabla 5) resume los principales hallazgos obtenidos del análisis anterior, el cual facilita la comprensión de la situación actual de la empresa y marcan el camino a seguir en busca de una metodología que permita mejorar la forma en la que están siendo gestionados los proyectos dentro de la empresa SAC.

**Tabla 5.** Matriz DOFA empresa SAC S.L. Fuente: Elaboración propia.

Debilidades	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de integración interdepartamental</li> <li>• Sobrecostos y retrasos en tiempos de entrega.</li> <li>• Falta de una metodología clara de gestión de proyectos.</li> <li>• Acumulación del trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de una metodología de gestión para mejorar eficiencia</li> <li>• Inversión en herramientas tecnológicas para mejorar la coordinación.</li> <li>• Mejorar la calidad del servicio entregado</li> <li>• Capacitación del personal en nuevas metodologías.</li> </ul>
Fortalezas	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia y conocimientos técnicos</li> <li>• Equipo multidisciplinario, conocimientos específicos.</li> <li>• Cultura organizativa caracterizada por la colaboración entre equipos.</li> <li>• Operación basada en la calidad, buscando siempre la completa satisfacción del cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surgimiento de nuevas empresas innovadoras</li> <li>• Falta de capacitación adecuada</li> <li>• Resistencia cultural al cambio</li> <li>• Limitaciones de disponibilidad de recursos y tecnología.</li> <li>• No claridad en la comunicación.</li> </ul>

### 5.5. Modelación del flujo de trabajo

A continuación, siguiendo con el uso de diferentes herramientas del PMBOK se identifican las diferentes etapas del proyecto y los tipos de trabajo involucrados, considerando los roles y responsabilidades del equipo. Al tener en cuenta estos factores, se puede diseñar un sistema Kanban que optimice el flujo de trabajo, mejore la productividad y fomente la mejora continua dentro del equipo.

#### 5.5.1. Roles y responsabilidades

Los roles y responsabilidades de los empleados de la empresa están determinados de acuerdo con las funciones de cada puesto del equipo en el momento de obtener su cargo y están relacionadas con la forma de trabajo para el desarrollo de los proyectos vigentes. A continuación, se presenta un resumen de éstas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Roles y responsabilidades en el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

<b>Rol</b>	<b>Responsabilidades</b>
<b>Director comercial</b>	Encargado de realizar la gestión comercial con los clientes.
<b>Ingeniero industrial 1</b>	Encargado de los trámites administrativos y legales del proyecto.
<b>Ingeniero industrial 2</b>	Encargado del dimensionamiento del proyecto.
<b>Supervisor técnico</b>	Encargado de supervisar el trabajo en obra.
<b>Administrativo Planificación</b>	Encargado de administrar el sistema y realizar el cronograma.
<b>Administrativo compras</b>	Encargado de realizar las compras.
<b>Contable</b>	Encargada de la facturación y trámites financieros del proyecto.
<b>Electricista</b>	Encargado de realizar el montaje de los componentes eléctricos.
<b>Operarios</b>	Encargados de realizar el montaje de las estructuras y demás elementos de la instalación.

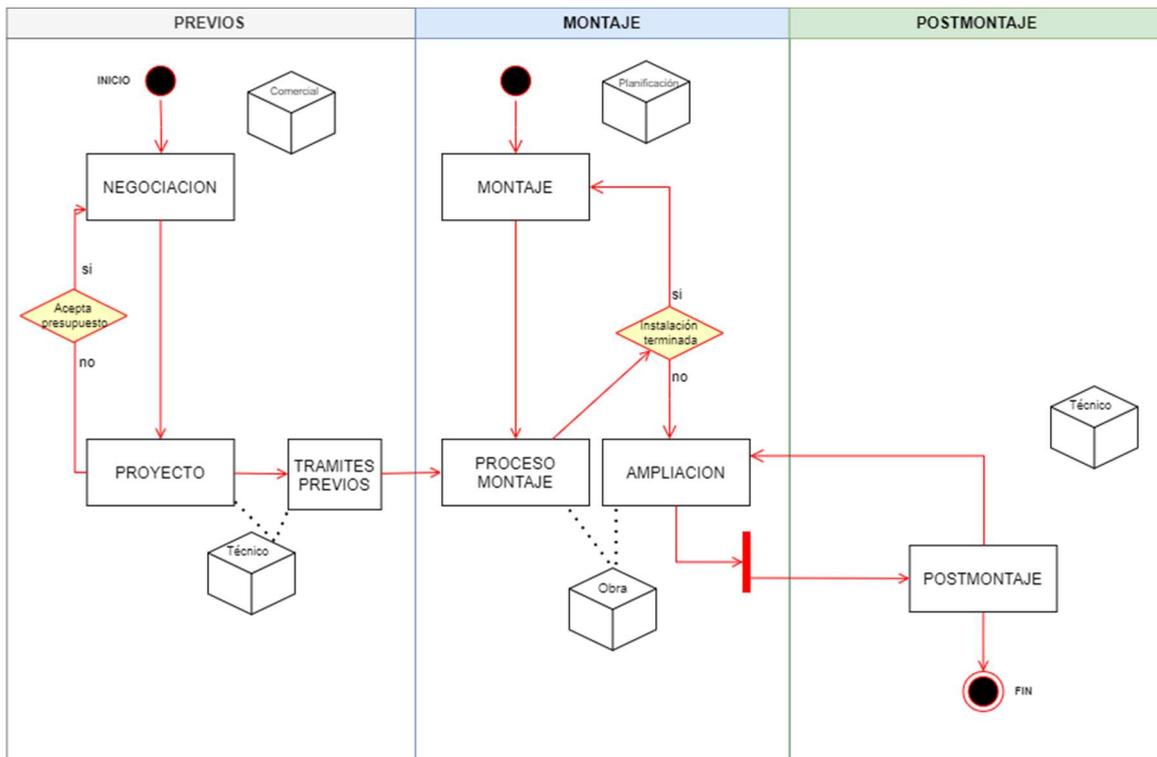
### 5.5.2. Estructura descomposición del trabajo (EDT)

De acuerdo con el principio de despliegue de servicios, cuando el trabajo en sí mismo y el flujo de valor al cliente no es claramente visible, las organizaciones se enfocan en lo que es claramente visible: la gente trabajando en el servicio. Para evitar esto, es fundamental en la gestión de proyectos descomponer el alcance del proyecto en tareas más manejables y claras. Esto proporciona una representación visual detallada del trabajo por realizar, facilitando la asignación de responsabilidades, la estimación de recursos y la planificación del cronograma en la Figura 14.



**Figura 14.** EDT del trabajo de los proyectos de instalación a naves industriales Fuente: Elaboración propia.

A partir de la estructura anterior, es posible determinar que el flujo de trabajo está esblencado primeramente a través de trámites previos, seguido de la fase de montaje y por último ejecutando la fase de postmontaje. Como lo muestra se muestra en la Fig. 15.



**Figura 15.** Flujo de trabajo de la empresa SAC. Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.3. Matriz RACI

A continuación, se presenta la matriz RACI (Tabla 7) de las actividades de un proyecto genérico ejecutado por la empresa SAC. En general, el fin de esta matriz consiste en asignar a los distintos involucrados del desarrollo del proyecto asegurando que todas las tareas del proyecto tienen asignada una persona. Esto servirá para determinar el responsable, el informador y el aprobador en cada incidencia.

- **R:** Responsable de ejecución de la tarea.
- **A:** Asegurar la realización de la tarea con éxito.
- **C:** Consultar antes de tomar la decisión.
- **I:** Informar una vez tomada una decisión.

**Tabla 7.** Matriz RACI de SAC. Fuente: Elaboración propia.

<u>ACTIVIDAD</u>	Gerente	Dr. Comercial	Ingeniero 1	Ingeniero 2	Contable	R. Planificación	R. Compras	Supervisor	Operarios
<b>1. TRÁMITES PREVIOS</b>									
1.1. Visita previa	A	R/I							
1.2. Estudio Factibilidad	A	I	R						
1.3. Presupuesto	A	R	I						
<b>2. PROYECTO</b>									
2.1. Documento del proyecto			R						
2.2. Plan de gestión de riesgos	A		I	R					
2.3. Tramitar Licencia	A		I	R					
2.4. Tramitar ayudas	A		I	R					
2.5. Facturación									
<b>3. MONTAJE</b>									
3.1. Gestión del proyecto	A					R/I	C		
3.2. Cronograma del proyecto									
3.3. Creación del equipo									
3.4. Gestión compras	A		C			C	R/I		
<b>4. PROCESO MONTAJE</b>									
4.1. Instalación de estructuras	A					I		C	R
4.2. Instalación componentes electricos	A					I		C	R
4.3. Instalación monitorización	A					I		C	R
4.4. Puesta a punto	A					I		C	R
<b>5. POST MONTAJE</b>									
5.1. Facturación									
5.2. Legalización	A		R/I						
5.3. Tramite I-DE	A		R/I						
5.4. OCA	A		R/I						
5.5. Plan de mantenimiento				R					
5.6. Monitorización				R					

## 5.6. Identificación del servicio

El servicio de instalaciones para naves industriales proporcionado por la empresa SAC será identificado a través de un proyecto seleccionado como estudio de caso. Para lograrlo, será necesario recurrir a las prácticas del PMBOK para gestionar proyectos. Todo esto, con el objetivo de documentar y estructurar la información esencial que permita comprender el trabajo realizado por el equipo en la prestación del servicio.

### 5.6.1. Descripción del proyecto

El proyecto elegido como caso de estudio representa el tipo promedio de trabajos que lleva a cabo la empresa SAC dirigidos a naves industriales. Estos proyectos, al ser más especializados, requieren un mayor esfuerzo por parte del equipo de trabajo involucrado en la prestación de este servicio. A continuación, se detallan los principales datos del proyecto:

**Tabla 8.** Datos principales del proyecto. Fuente: SAC, 2023.

<b>PROYECTO:</b>	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO SOBRE LA CUBIERTA SITA EN 46600 ALZIRA, VALENCIA
<b>EMPLAZAMIENTO:</b>	Alzira, Valencia. CP: 46600
<b>TIPO DE AUTOCONSUMO:</b>	Con excedentes
<b>POTENCIA:</b>	Inversor: 100kW Módulos: 101,01kWp
<b>TIPO DE ESTRUCTURA</b>	Estructura inclinada 15º ESTE Y OESTE.
<b>TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO:</b>	No dispone.
<b>PROMOTOR:</b>	TRM
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN:</b>	71.037,00 € (SIN IVA)
<b>REDACTOR:</b>	Ingeniero de SAC

### 5.6.2. Acta de constitución del proyecto

A continuación, para describir de manera detallada el proyecto de instalación fotovoltaica, se desarrolla el acta de constitución del proyecto establece la base para la gestión del proyecto. Esta acta proporciona una descripción general de los objetivos, alcance, presupuesto, recursos y cronograma preliminar.

#### 5.6.2.1. Nombre del proyecto

El título del proyecto de SAC escogido para su análisis es: "INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO SOBRE LA CUBIERTA SITA EN ALZIRA, VALENCIA."

#### 5.6.2.2. Objetivo proyecto

El objetivo del proyecto es el diseño de una instalación solar fotovoltaica de 101.010 kWp, en la cubierta de la edificación de una empresa de transportes en Valencia. La instalación pretende conectarse a la red eléctrica de baja tensión.

#### 5.6.2.3. Demanda del proyecto

La demanda del proyecto proviene de la necesidad de la empresa contratante, en adelante TRM, de abastecimiento eléctrico de autoconsumo para autoabastecimiento de energía eléctrica mediante el

uso de la energía solar. Esto lleva a una reducción de costes energéticos mostrada finalmente como ahorra en la factura de luz del cliente.

#### 5.6.2.4. Alcance

El alcance del proyecto es el suministro e instalación de la Instalación Solar Fotovoltaica de Autoconsumo sobre la cubierta sita en Alzira (46600), Valencia para la generación máxima de 101.010 Wp que permitan el abastecimiento de energía eléctrica de la empresa de transportes TRM.

#### 5.6.2.5. Fases del proyecto

- Fecha inicio del proyecto: 01 marzo del 2024
- Fecha final del proyecto: 19 de abril de 2024
- Duración Total: 46 días
- Duración Fase 1 – Previa: 14 días (01/03 – 19/03)
- Duración Fase 2 – Montaje: 18 días (20/03 – 12/04)
- Duración Fase 3 – Post Montaje: 5 días (15/04 – 19/04)

#### 5.6.2.6. Entregables

En la fase 1, denominada **TRAMITES PREVIOS** comprende el diseño básico del proyecto con el fin de establecer el alcance del proyecto y la adjudicación de éste. Esta fase consta de los siguientes pasos:

- Visita previa.** Reunión de 50 minutos con el cliente, fundamental para diseñar una solución solar a medida, informar al cliente sobre la tecnología y los beneficios asociados, y establecer una base sólida para una instalación exitosa y satisfactoria. El entregable de esta visita es un documento PDF con las observaciones y fotos reseñables.
- Estudio de factibilidad.** Documento que establece un estudio de factibilidad para una instalación fotovoltaica, es un paso crucial para determinar la viabilidad y la rentabilidad de un proyecto de energía solar antes de su implementación. De esta forma, proporciona información clave que ayuda a tomar decisiones informadas y maximiza el éxito del proyecto. El dimensionamiento de instalación se apoya en los datos de consumo mensuales del edificio y en su horario de uso. El entregable de este estudio es un documento PDF con el resultado del estudio.
- Presupuesto.** Un presupuesto para una instalación fotovoltaica es un documento que detalla los costos estimados asociados con el diseño, la adquisición de equipos, la instalación y puesta en marcha de un sistema de energía solar fotovoltaica. Este presupuesto es esencial para planificar financieramente la implementación del proyecto. El entregable de este estudio es un documento PDF con el presupuesto.
- Documento del proyecto.** Si la potencia de la instalación es superior a 10kW, será necesario realizar un proyecto técnico redactado y firmado por un técnico titulado competente. Este proyecto tiene por objeto el diseño de la instalación solar fotovoltaica, lo cual requiere elaborar un estudio técnico-económico que contiene una memoria técnico-descriptiva, cálculos justificativos, pliego de condiciones técnicas, recomendaciones de seguridad y salud, presupuesto y planos. El entregable de este estudio es un documento PDF con el proyecto.
- Plan de gestión de riesgos.** Un plan de riesgos para una instalación fotovoltaica es un documento que identifica, evalúa y aborda los posibles riesgos y peligros asociados con el desarrollo e implementación de un proyecto de energía solar. Este plan es fundamental para garantizar que se tomen medidas adecuadas para mitigar los riesgos y minimizar su impacto en el proyecto. El entregable es un documento PDF que contiene la identificación de riesgos,

la evaluación de riesgos, la solicitud de información de la empresa concurrente a principal y el acta de asignación de recurso preventivo debidamente firmados por la persona competente.

- vi. **Trámite de la licencia.** Se basa en gestionar la solicitud de permisos de obras según la normativa municipal vigente en el emplazamiento elegido. Esta solicitud de licencia puede implicar un trámite ordinario o simplificado, pero en cualquier caso exige la respuesta y concesión de permiso municipal y requiere la aportación del proyecto técnico firmado por el técnico competente. El entregable de este trámite administrativo es el proyecto visado.

La fase 2, denominada **MONTAJE y PROCESO DE MONTAJE**, supone para el equipo de trabajo el alistamiento de todos los elementos que componen el alcance del proyecto y su posterior instalación en el proceso de montaje:

- i. **Montaje:** Consiste en programar la fecha de instalación de acuerdo con los costos de retraso y elaboración del cronograma definitivo del proyecto. Adicionalmente, se realiza la gestión de compras de los materiales de la instalación.
- ii. **Proceso de Montaje:** El proceso de instalación de placas fotovoltaicas en una cubierta sigue un conjunto de pasos bien definidos para garantizar la eficiencia y seguridad del sistema. Este proceso comienza con una evaluación detallada del sitio para determinar la viabilidad del proyecto, seguida del diseño del sistema y la adquisición de los equipos necesarios. Luego, se prepara la cubierta y se instalan los paneles solares, seguido por la conexión eléctrica y las pruebas de funcionamiento. A continuación, se detallan los componentes de la instalación a analizar:
  - **Módulos:** Es el elemento de la instalación encargado de transformar la radiación solar en electricidad de continua, siendo las células de silicio por las que está conformado las encargadas de dicha transformación. Además, cabe destacar que los módulos fotovoltaicos, pueden generar energía aun cuando la radiación solar se ve disminuida debido a tiempo nublado, sin embargo, el valor de energía generada es directamente proporcional a la radiación solar. En el proyecto de estudio, la instalación consta de 184 módulos solares monocristalinos de potencia 555W. A continuación, en la Tabla 9 se detallan las principales características técnicas.

**Tabla 9.** Características del módulo. Fuente: SAC, 2023.

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS STC* DEL MÓDULOS</b>	
<i>*Standard Test Conditions</i>	
<b>Altura (mm)</b>	1134
<b>Anchura (mm)</b>	2279
<b>Profundidad (mm)</b>	35
<b>Peso (kg)</b>	29
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL MÓDULO</b>	
<b>Potencia (Wp)</b>	555
<b>Corriente de cortocircuito (A)</b>	13,99
<b>Corriente de máxima potencia (A)</b>	13,22
<b>Tensión en circuito abierto (V)</b>	50,2
<b>Tensión de máxima potencia (V)</b>	42
<b>Eficiencia (%)</b>	21,48
<b>Tensión máxima del sistema (V DC)</b>	1000/1500

- **Inversor:** Se utilizará un inversor de 100kW de potencia nominal para realizar la conversión de la electricidad de continua generada por los módulos fotovoltaicos en electricidad de alterna. El inversor elegido presenta las características mostradas en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Características del inversor. Fuente: SAC, 2023.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL INVERSOR**

Altura (mm)	1035
Anchura (mm)	700
Profundidad (mm)	365
Peso (kg)	90
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL INVERSOR</b>	
Mínima tensión DC de entrada (V)	200
Máxima tensión DC de entrada (V)	1100
Tensión nominal AC de salida (V)	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Intensidad máxima AC salida (A)	133,7 A @480 V, 160,4 A @400 V, 168,8 A @380 V
Intensidad nominal AC salida (A)	120,3 A @480 V, 144,4 A @400 V, 152,0 A @380 V
Potencia nominal de salida (kW)	100
Frecuencia de referencia (Hz)	50/60
Rendimiento Europeo (%)	98,6% @480 V, 98,4% @380 V / 400 V
Rendimiento máximo (%)	98,8% @480 V, 98,6% @380 V / 400 V

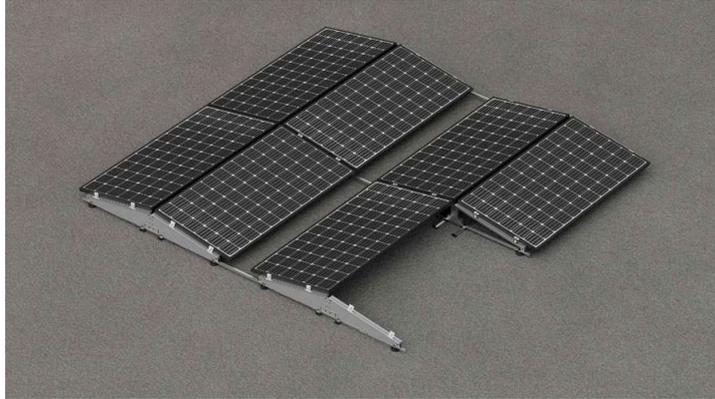
- **Dispositivos de protección:** El inversor cuenta con protecciones ante cortocircuitos y sobrecargas integradas. Además de estas, se instala un cuadro de protecciones AC a la salida del inversor. En este caso, se instalará un interruptor magnetotérmico de 160A y una protección diferencial tipo 160A y sensibilidad de 300 mA. En la tabla 11 se recoge esta información.

**Tabla 11.** Dispositivos de protección AC. Fuente: SAC, 2023.

	<b>Dispositivos de protección cuadro AC</b>	<b>Unidades</b>
<b>INVERSOR 100KW</b>	Interruptor automático: 4P 160A C	1
	Interruptor Diferencial: 4P 160A 300Ma	1

- **Estructuras:** En este caso, se escoge un sistema de estructura lastrado este-oeste para cubierta plana donde las placas están instaladas de manera horizontal (Figura 16). La estructura estará calculada según el Código Técnico de Edificación, en adelante CTE, para soportar cargas de viento, etc. Cuando soporten cargas de nieve deberán cumplir también la normativa básica de edificación CTE. No solo la estructura soportará estas cargas, también la unión al punto de apoyo y el propio apoyo serán capaces de soportar estas cargas. La tornillería de sujeción de los paneles solares estará realizada en acero inoxidable según norma descrita en el CTE.

- Los módulos fotovoltaicos quedarán inclinados y orientados en las siguientes posiciones: 91 módulos, orientación ESTE y 91 módulos, orientación OESTE. En la sección de planos se muestran los planos de la instalación de estudio donde se evidencia claramente la distribución de los módulos sobre la cubierta.



**Figura 16.** Estructura lastrada este-oeste (Fuente: <https://sunferenergy.com/>).

- **Monitorización y medida:** Para maximizar el uso de la energía solar se instalará un analizador para la medición de potencia generada en la instalación fotovoltaica. Con este contador de energía se realiza una medición de la energía trifásica en tiempo real donde los datos de medición se transfieren al inversor a través de interfaces estándar. De esta forma, para ayudar a los usuarios a monitorizar y controlar la producción de energía de su instalación fotovoltaica se les da acceso a un sistema de monitorización. Este sistema se gestiona a través de una aplicación diseñada para que los usuarios tengan acceso a sus datos de producción de una manera eficiente y sencilla. Respecto a las medidas mostradas en la aplicación, como mínimo, se encuentran las siguientes variables:
  - Potencia fotovoltaica producida, autoconsumo y excedida a red.
  - Potencia cogida de la red.

Además, de manera genérica, la aplicación alertará a los usuarios con notificaciones para informar sobre cualquier problema o anomalía en su panel solar, permitiendo así buscar una solución rápida para controlar el rendimiento del dispositivo. Por otro lado, el sistema realiza informes semanales y mensuales del historial de producción de energía que sirve para analizar el desempeño de los paneles solares a lo largo del tiempo.

En la fase 3, **POST MONTAJE**, comprende las actividades necesarias posteriormente a la instalación, con el objetivo de dar cierre al proyecto:

- **Legalización:** Este procedimiento de legalización requiere la entrega de 5 documentos:
  - i. Proyecto visado.
  - ii. Certificado de dirección y finalización de obra de instalaciones eléctricas de baja tensión.
  - iii. Certificado de instalación eléctrica en baja tensión, instalación de generación eléctrica destinada a autoconsumo.
  - iv. Comunicación instalación eléctrica en baja tensión para una instalación de generación eléctrica destinada a autoconsumo.
  - v. Declaración responsable de los técnicos competentes proyectista y director de la ejecución de obras.

El entregable es un documento PDF que consta de un certificado de instalación eléctrica de baja tensión (también conocido como Boletín) para una instalación generadora.

- **Trámite I-DE:** El trámite del punto i-DE es un trámite que se realiza con Iberdrola dónde nos indican si la instalación es favorable para verter los excedentes a red cumpliendo la normativa actual. El entregable se compone de dos documentos PDF, que en este caso son: el contrato técnico de acceso y la notificación operacional definitiva emitida por la empresa distribuidora de electricidad.
- **Trámite OCA:** Todas aquellas instalaciones generadoras fotovoltaicas de más de 25kW de potencia instalada deben pasar inspecciones iniciales y periódicas por un Organismo de Control Autorizado, estas inspecciones se conocen como "OCA". El objetivo es garantizar por una tercera parte independiente de empresas constructoras o instaladoras, que las instalaciones eléctricas puestas a disposición de los usuarios cumplen las exigencias de seguridad mínimas exigidas por el citado Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en el momento de ser entregadas a los mismos. Dichas inspecciones iniciales deben ser realizadas por Organismos de Control Autorizados (OCA) para asegurar la aplicación de este reglamento. El entregable es un documento PDF certificado de inspección inicial de instalación eléctrica en baja tensión por organismo de control.
- **Plan de mantenimiento:** Un plan de mantenimiento para una instalación fotovoltaica es fundamental para garantizar el rendimiento óptimo y la durabilidad a largo plazo del sistema. El Plan de mantenimiento preventivo consiste en realizar operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras que permitan mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de esta.
- **Acta de cierre:** Antes de proceder con el cierre de obra, es necesario que la instalación o proyecto esté completamente terminada y cumpla con todas las especificaciones y normativas aplicables. Puede reabrirse si la instalación presenta cambios siempre que se presente ante el colegio de ingenieros. Este procedimiento puede variar dependiendo de las regulaciones y normativas locales, así como del tipo y tamaño específico de la obra. Se obtiene como resultado un PDF que certifica que la obra ha sido finalizada de manera satisfactoria y cumple con todas las regulaciones y normativas aplicables.

Finalmente, con el fin de establecer adecuadamente los entregables, se precisa necesario mencionar que este proceso llevado a cabo en SAC no incluye:

- Licencia ambiental
- Estudio de proveedor, la empresa adjudica la compra al proveedor con los cuales ya tiene una relación comercial.

#### 5.6.2.7. Criterios de éxito

En cuanto a los criterios de éxito a destacar en los trabajos realizados por SAC, se destacan los siguientes cuatro:

- i. Entrega de la instalación fotovoltaica de módulos solares a la empresa TRM bajo las especificaciones técnicas acordadas.
- ii. Cumplir con el presupuesto del proyecto.
- iii. Entregar el proyecto finalizado bajo los plazos previstos y acordados con el cliente.
- iv. Lograr una satisfacción notable (85-95%) del cliente con respecto al trabajo realizado.

#### 5.6.2.8. Riesgos del proyecto

La ejecución de proyectos siempre conlleva ciertos riesgos, en proyectos de instalaciones fotovoltaicas se destacan los siguientes riesgos:

- Errores en la previsión de presupuesto.
- Retraso en el cumplimiento del plazo pactado con el cliente.
- Retrasos en las compras de materiales.
- Retrasos de entrega por parte de los proveedores.
- Calidad insuficiente del equipamiento comprado.
- Climatología adversa para el montaje de la instalación.

#### 5.6.2.9. Recursos asignados

A continuación, se describen los principales recursos materiales y humanos de la empresa SAC.

- **Recursos Materiales:**

- Furgoneta.
- Camión-grúa.
- Plataforma móvil elevadora.
- Herramientas de manuales.
- Elementos de protección personal.

- **Recursos humanos:** Los recursos humanos asignados a este proyecto pueden verse a través del siguiente organigrama de obra (Figura 17).

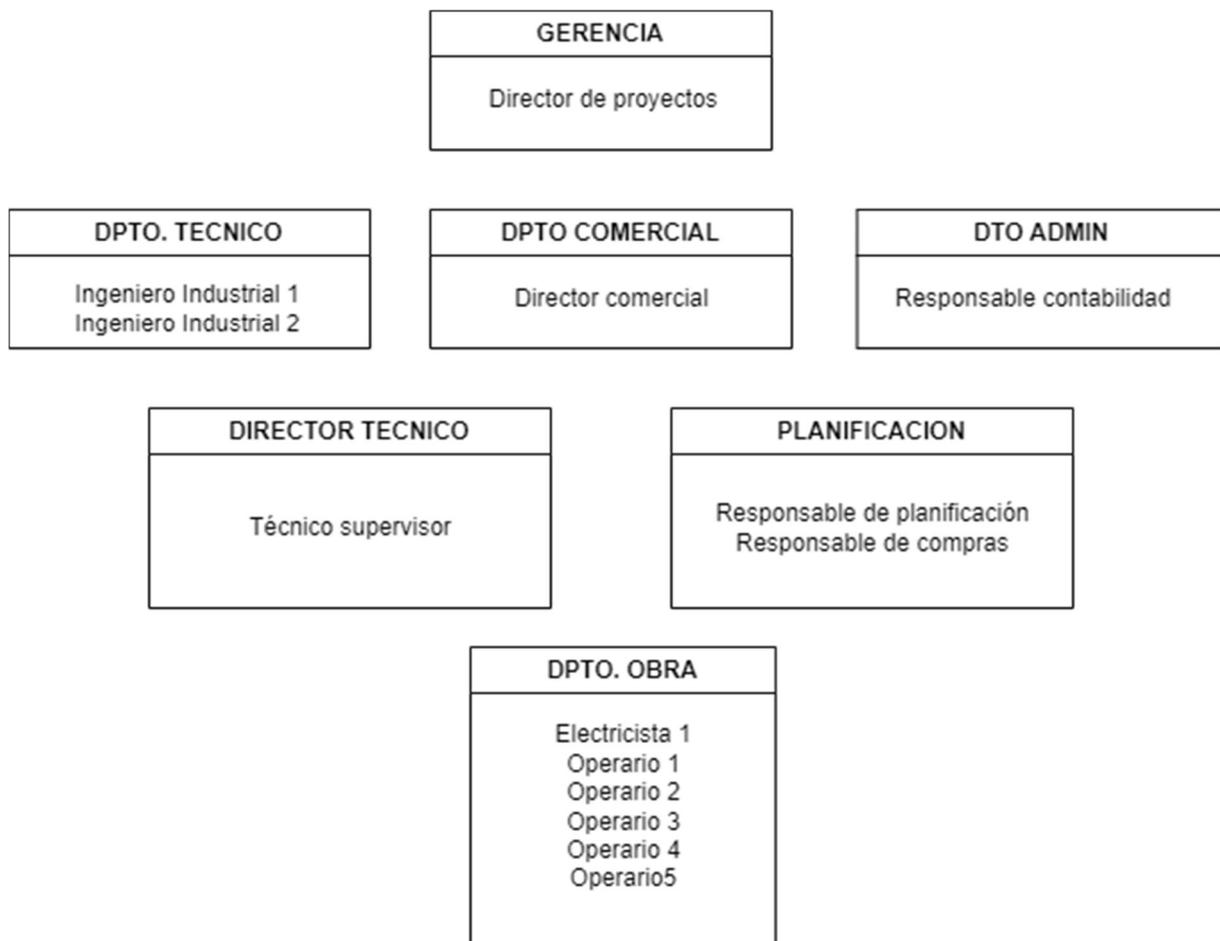


Figura 17. Organigrama de obra. Fuente: Elaboración propia.

#### 5.6.2.10. Resumen del presupuesto

En la Tabla 12 se recoge el precio de las principales partidas del presupuesto de la instalación fotovoltaica del proyecto de estudio.

**Tabla 12.** Resumen del presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

<b>Partida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio</b>
1	GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	57.554,00
2	INSTALACIÓN CC	2.198,00
3	INSTALACIÓN AC	1.425,00
4	INSTALACIÓN TT	120
5	MONITORIZACIÓN	100
6	SOPORTERÍA DE INSTALACIONES Y OBRA CIVIL	7.500,00
7	PROYECTO DE INGENIERÍA	2.140,00
	<b>TOTAL</b>	<b>71.037,00 €</b>

#### 5.6.2.11. Interesados

En esta sección, se detallan los principales interesados en el proyecto de instalación fotovoltaica, identificando sus roles y responsabilidades. Los interesados incluyen tanto a los representantes de las empresas involucradas, como a los miembros del equipo encargado de la ejecución y supervisión del proyecto. Establecer una comprensión clara de quiénes son los interesados y cuáles son sus funciones resulta fundamental para garantizar una comunicación efectiva y una gestión eficiente durante todas las etapas del proyecto.

- **EMPRESA SAC**

- El director del proyecto será responsable de la toma de decisiones finales en la gestión del proyecto.
- El recurso preventivo aportado por SAC será responsable de la seguridad en la obra.
- El supervisor técnico de SAC actuará como responsable técnico de la obra.

- **CLIENTE TRM**

- El director del proyecto, junto con el director comercial serán los responsables de la toma de decisiones finales de la ejecución del proyecto.
- El técnico supervisor será responsable de las comunicaciones entre ambas empresas durante la fase de ejecución de obra.

- **EQUIPO REDACTOR DEL PROYECTO**

- La ingeniera Industrial supervisará la ejecución de la obra para garantizar que se realice bajo los parámetros técnicos del proyecto y comunicará cualquier desviación a la directora. Además, será responsable de los trámites administrativos del proyecto.
- El Ingeniero Industrial del departamento técnico será responsable de los cálculos, diseño y planos del proyecto.

#### 5.6.2.12. Aprobaciones

En esta sección, se establece que las aprobaciones del proyecto serán responsabilidad conjunta del director del proyecto y del director comercial. La firma de ambos representa el pleno conocimiento y la aprobación de todos los aspectos relacionados con el proyecto.

## **6. Implementación del sistema Kanban en la empresa**

En este capítulo, se detalla el proceso mediante el cual la empresa SAC adaptó la metodología Kanban para sus necesidades específicas. Desde la creación de un equipo líder hasta la adquisición de herramientas tecnológicas y la integración del software JIRA, cada etapa fue crucial para el éxito de esta transición.

### **6.1. Entrenamiento del equipo y liderazgo**

Para dar el primer paso en la implementación del sistema de tablero Kanban dentro de la empresa SAC, fue necesario, en primer lugar, conformar un equipo de trabajo líder en la implementación. Este equipo contaba con el conocimiento y la experiencia de los procesos actuales, así como los conocimientos necesarios sobre Kanban, para así fomentar el proceso de cambio dentro de la organización. Además, el equipo mencionado, contó con la participación de tres integrantes de la empresa, quienes además de sus labores rutinarias asumieron el proceso de implementación. Este equipo estaba conformado por una persona de cada uno de los siguientes departamentos: gerencia, planificación e ingeniería.

En primer lugar, la gerente de la empresa asumió el rol de coordinadora de la implementación, liderando el proceso de cambio cultural y la introducción del tablero Kanban. En segundo lugar, el responsable de la planificación actuó como gestor del sistema Kanban, promoviendo reuniones sobre Kanban, supervisando el flujo de trabajo y colaborando con otros equipos para garantizar una coordinación eficiente. Este miembro proporcionó orientación sobre las mejores prácticas de Kanban y adaptó el proceso a las necesidades específicas de la empresa. En tercer lugar, el Ingeniero 1 se incorporó a este equipo como representante de los diferentes departamentos de la empresa y en representación de quienes utilizan el tablero Kanban en su día a día. Su experiencia y conocimiento de los procesos operativos fue imprescindible para establecer el flujo de trabajo y de información.

Las reuniones establecidas por este equipo fueron fundamentales para el desarrollo del modelo STATIK y la comprensión general de las necesidades y desafíos que podrían abordarse con el sistema Kanban. Además de discutir las problemáticas de la empresa, estas reuniones permitieron definir objetivos y el alcance de la implementación del tablero Kanban, como mejorar la visibilidad del trabajo en curso, reducir los tiempos de entrega y mejorar la comunicación interna.

El trabajo desarrollado por este equipo también facilitó la comprensión del proceso de ingreso de tareas al flujo de trabajo, su movimiento a través de este y las responsabilidades de cada persona involucrada. Esto permitió delimitar el trabajo en progreso al determinar la cantidad de trabajo en cada fase del proyecto.

Por último, estas reuniones también sirvieron como herramienta de capacitación y entrenamiento sobre cómo utilizar el tablero Kanban, transmitiendo luego estos conocimientos a todos los miembros del equipo.

### **6.2. Definición de la herramienta de software**

Tras la formación del equipo de implementación, la prioridad inmediata fue adquirir una herramienta de gestión ágil de proyectos que satisficiera los requisitos para implementar el tablero Kanban de acuerdo con las necesidades de la empresa SAC. La decisión de utilizar el software JIRA para la gestión de proyectos fue tomada por la Gerente de la empresa con asesoramiento del servicio de ingeniería informática. Esta decisión se basó en una consulta a diversos proveedores, considerando tanto las implicaciones económicas como el reconocimiento generalizado de JIRA en la industria, al ofrecer una plataforma sólida y probada.

Adicionalmente, la integración de JIRA con otras herramientas y sistemas utilizados en el desarrollo de software, lo que facilita la colaboración y proporciona una visión completa del ciclo de vida del proyecto. Esto significa que es posible configurar tableros Kanban de acuerdo con los procesos y flujo de trabajo de la empresa SAC de manera más precisa y detallada que con el software Asana.

Además, se tuvo en cuenta que JIRA ofrece funcionalidades de comunicación integradas dentro de las tarjetas, lo que podría promover la colaboración y la comunicación entre equipos y departamentos. Estas "tarjetas" son elementos visuales que representan tareas o elementos de trabajo dentro del tablero Kanban. También se valoró que JIRA ofrece integraciones con otras herramientas y sistemas utilizados por la empresa, como Excel, lo que facilita que el trabajo esté concentrado en un solo lugar. En la Figura 18 se muestran las principales funciones de la herramienta JIRA escogida.



**Figura 18.** Funcionalidades del seguimiento de tiempo y comunicación de JIRA. Fuente: Atlassian, 2024.

La obtención de los servicios de JIRA significó el reemplazo del antiguo método de visualización de tareas pendientes utilizado por los miembros del equipo, basado en una pizarra de papel ubicada en el pasillo principal (Figura 19).

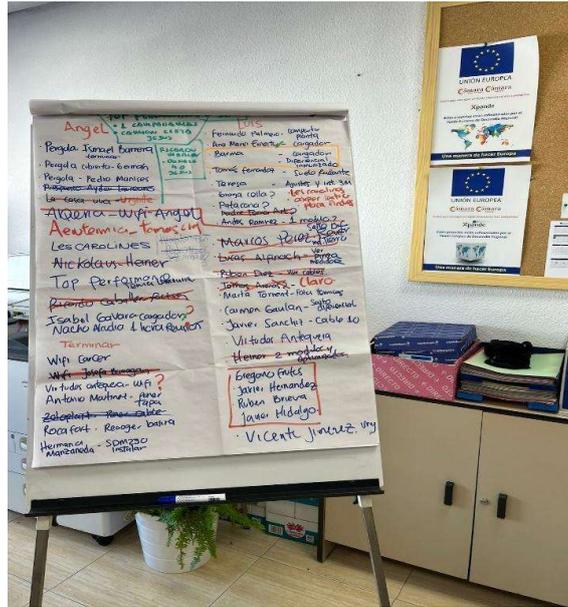


Figura 19. Antiguo método de visualización del trabajo de SAC. Fuente: Elaboración propia.

### 6.3. Dotación de tecnología

Una vez elegida la herramienta JIRA, se estudió su forma de aplicación en toda la empresa, tanto en la parte de las oficinas, donde el acceso a este software fue sencillo ya que disponen de ordenadores a su alcance, como en el equipo de obra, el cual, al estar siempre en el exterior, inicialmente no disponía de la tecnología adecuada. De esta forma, se consideró pertinente que el equipo del departamento de obra estuviera dotado de herramientas hardware adecuadas para utilizar JIRA de manera apropiada. Por lo tanto, se llevó a cabo la compra de dispositivos tipo tableta (Figura 20) que permitieran a los instaladores visualizar la información compartida desde el departamento de ingeniería y planeación en tiempo real, como albaranes, planos, dimensionamientos y fotografías, entre otros.



Figura 20. Dotación de tecnología para el uso de JIRA. Fuente: Elaboración propia.



## 7. Diseño del tablero en JIRA

En este capítulo, se detalla paso a paso el proceso de diseño del tablero en JIRA implementado al proyecto de instalaciones fotovoltaicas. Se hace uso de la información obtenida en el análisis STATIK previo, para la determinar los diferentes elementos del tablero, asegurando que su diseño sea no solo funcional, sino también estratégicamente alineado con los objetivos y metas de la organización y del proyecto.

### 7.1. Creación del proyecto

Para comenzar, el primer paso en JIRA es la creación del proyecto en cuestión, que en este caso será denominado "Instalaciones Fotovoltaicas Industriales". Posteriormente, se establecen los participantes, quienes, de acuerdo con sus funciones habituales dentro del proyecto, asumen unas actividades adicionales necesarias para implementar el trabajo dentro del tablero (ver Tabla 14).

Finalmente, se obtiene el primer boceto para crear el tablero, siendo necesario comprobar las funcionalidades que vienen por defecto en el tablero y seleccionar aquellas realmente útiles para su funcionamiento.

**Tabla 13.** Equipo de trabajo del proyecto y del tablero. Fuente: Elaboración propia.

<i><b>Rol en la empresa</b></i>	<i><b>Actividades dentro del tablero</b></i>
<i><b>Gerente</b></i>	Seguimiento del progreso de trabajo.
<i><b>Director comercial</b></i>	Inicia el proceso de trabajo.
<i><b>Ingeniero industrial 1</b></i>	Responsable de las tareas de la fase previa.
<i><b>Ingeniero industrial 2</b></i>	Responsable de las tareas de la fase post montaje.
<i><b>Responsable de proyectos</b></i>	Gestor del sistema Kanban. Responsable de las tareas de la fase de montaje.
<i><b>Administrativo de compras</b></i>	Responsable de las tareas de la fase de montaje.
<i><b>Supervisor técnico</b></i>	Responsable del proceso de montaje.
<i><b>Contable</b></i>	Responsable de las tareas relacionadas con los aspectos financieros.
<i><b>Equipo de obra</b></i>	Receptores de información.

### 7.2. Creación del flujo de trabajo

En este caso, el flujo de trabajo diseñado en JIRA representa el proceso a través del cual el equipo de trabajo debe seguir una tarea del proyecto desde que se crea hasta que se completa. Para lograrlo, la realización de este flujo se basó en la traducción de la estructura de descomposición del trabajo (EDT) y la forma de prestación del servicio identificada en el capítulo cinco.

Como resultado, se obtuvo un proceso de trabajo que inicia con la entrada de una tarea o nueva tarjeta, y que posteriormente sigue una ruta que puede dividirse en tres apartados referentes a las fases del proyecto como lo son: "Previo instalación", "Montaje" y "Post Montaje". En la figura siguiente se muestra el ciclo de aplicación.

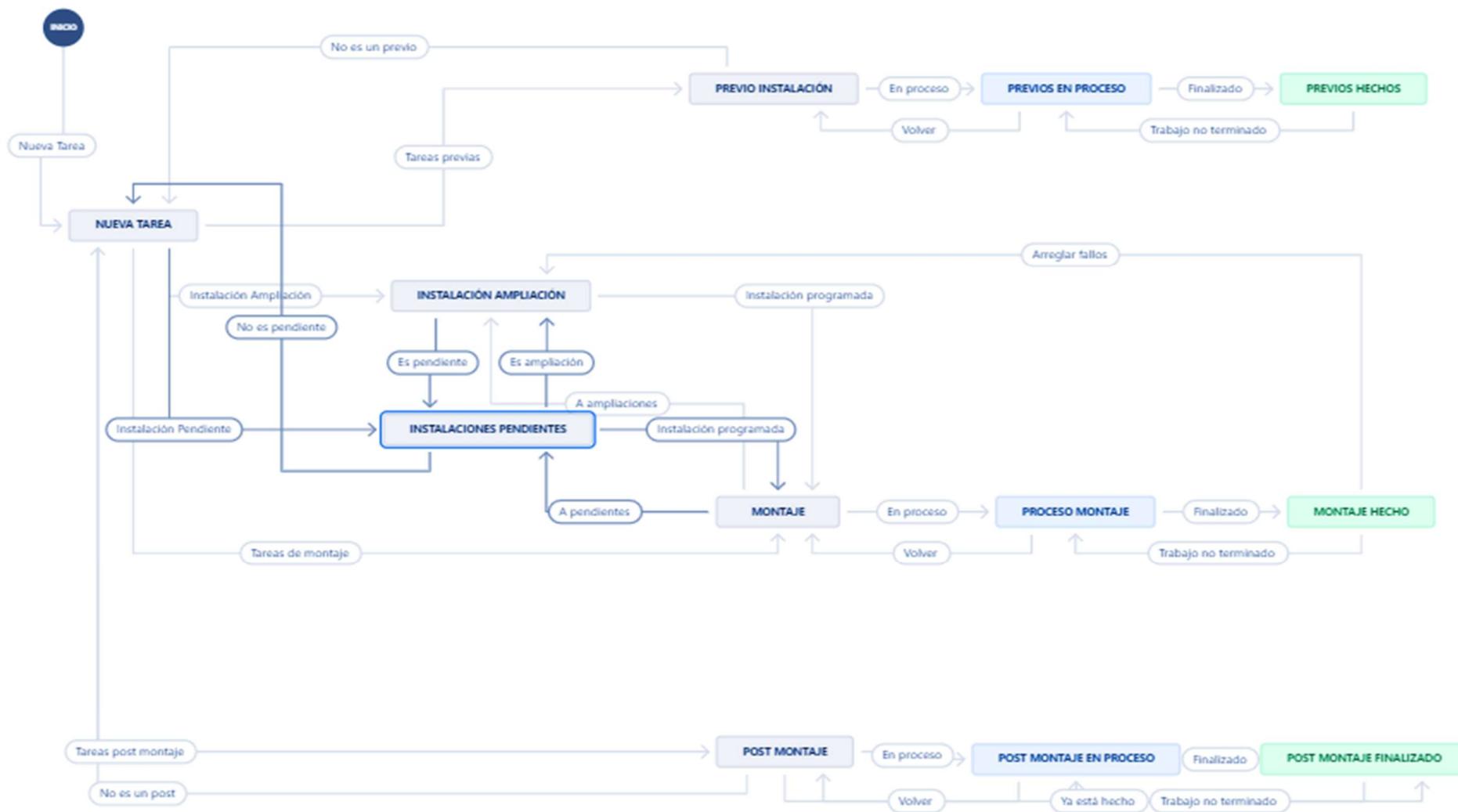


Figura 21. Flujo de trabajo de SAC. Fuente: Elaboración propia a partir del Software JIRA.

### 7.3. Creación de Columnas

En el tablero de JIRA, cada columna muestra el nombre del estado y el recuento de tarjetas que contiene, lo que proporciona al equipo una visión clara del volumen de trabajo en cada etapa del proceso.

Aunque los tableros Kanban típicamente presentan unas pocas columnas como "Por hacer", "En proceso" y "Hecho", en este caso específico, se optó por crear doce columnas (ver Figura 22). Esta decisión se basa en la necesidad de reflejar todos los estados clave identificados en el proceso de desarrollo del proyecto de instalación, según lo determinado por el equipo de expertos.

Adicionalmente, este enfoque de doce columnas permite distribuir equitativamente el trabajo entre ellas y a la vez que favorece que cada miembro del equipo se enfoque en los estados pertinentes de sus funciones y responsabilidades específicas.

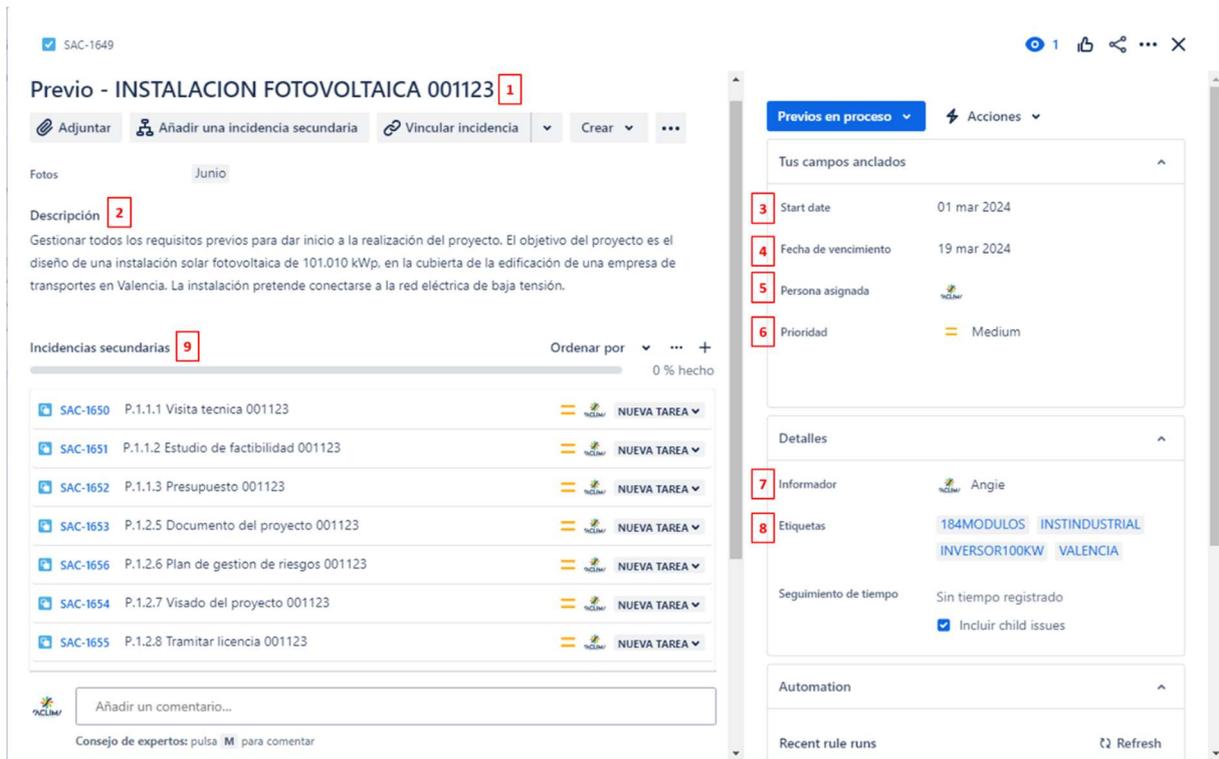
A su vez, esta distribución ha permitido establecer límites claros en la cantidad máxima de trabajo permitida (WIP) en cada estado, excluyendo los estados de finalización. Por lo tanto, se ha fijado un máximo de 15 tareas en los estados "Por hacer" y un máximo de 10 en los estados "En proceso". Esta medida no solo fomenta el avance del trabajo, sino que también previene la sobrecarga, permite la reasignación y facilita la identificación temprana de posibles cuellos de botella en el flujo de trabajo.



**Figura 22.** Columnas del tablero, representación de los estados del trabajo del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

### 7.4. Tarjetas del tablero

En el tablero diseñado, una tarjeta representa una tarea o subtarea del proyecto. En cuanto al diseño de las tarjetas dentro de JIRA, puesto que era la primera vez que se aplicaba esta herramienta en la empresa, fue necesario la determinación inicial de los aspectos a visualizar. Para ello, fue necesaria la intervención del equipo de expertos de cada departamento de la empresa. Por tanto, al tratarse del primer ejercicio de uso de este software, los factores tenidos en cuenta para el diseño se establecieron con el objetivo de ser fáciles de usar, muy visuales y con una gran transparencia para una mejor acogida por parte de todo el equipo de trabajo. A continuación, se explicará en términos generales el sistema de Tablero ejecutado en JIRA en la empresa SAC.



**Figura 23.** Tarjetas en Tablero de JIRA. Fuente: Elaboración propia a partir del Software JIRA.

En la Figura 23 se muestra un ejemplo de tablero aplicado a un proyecto de SAC donde, además, quedan señaladas las 10 partes que conforman genéricamente los tableros. Seguidamente se describirán los distintos elementos a tener en cuenta para la comprensión del Tablero en JIRA.

1. **Nombre de la tarea:** Incluye el tipo de tarjeta, nombre de la instalación, código del cliente y datos necesarios para identificar y contextualizar rápidamente cada tarea.
2. **Descripción:** Consiste en una descripción del trabajo que se debe realizar, incluyendo información adicional, contexto, requisitos específicos, y cualquier otra información relevante para comunicar al equipo.
3. **Estado:** Indica en qué estado se encuentra la tarea en el flujo de trabajo. Los estados establecidos se presentaron en el apartado 7.3.
4. **Fecha de Inicio y fecha de vencimiento:** Establecen los límites para completar la tarea. Esto puede ser útil para priorizar el trabajo y garantizar que las tareas se completen a tiempo.
5. **Asignación:** El nombre integrante del equipo responsable de completar y supervisar la tarea.
6. **Prioridad:** Se establece un indicador de la importancia o urgencia de la tarea en relación con otras tareas en el proyecto. Esta prioridad puede ser alto, medio, bajo de acuerdo con la priorización establecida en el apartado 5.3.
7. **Informador:** Corresponde al integrante del equipo del proyecto que introdujo la incidencia en el sistema.
8. **Etiquetas:** Esta función se consideró de gran ayuda para categorizar y organizar las tarjetas. Este elemento permite al equipo agrupar tareas relacionadas y realizar búsquedas rápidas y específicas dentro del tablero.
9. **Subtareas:** Representan una descomposición más detallada del trabajo necesario para completar una tarea y facilitan el seguimiento del desarrollo de trabajo, en JIRA estas unidades de trabajo se conocen como *incidencias secundarias*.

10. **Dependencia de tareas:** Para visualizar las dependencias de las tareas se hará uso de la vinculación de tareas proporcionada por la herramienta. Este elemento favorece la comprensión de las relaciones entre las tareas, además gestiona las dependencias y coordina el trabajo de manera eficaz.

Las asociaciones que se pueden ejecutar son las siguientes:

- *Bloquea o está bloqueado por:* Indican que una tarea no puede comenzar hasta que otra tarea relacionada se haya completado
- *Clona o está clonada por:* Este vínculo se utiliza para indicar que una tarea es una copia exacta de otra tarea existente en el sistema.
- *En relación con:* Se utiliza para indicar que dos tareas están relacionadas de alguna manera, pero no necesariamente tienen una dependencia directa

Adicionalmente, el software ofrece diferentes funcionalidades que aportan información adicional en las tarjetas y son usadas en este ejercicio. Estas funciones adicionales son:

- *Adjuntos:* Se establece que esta herramienta será usada para compartir los entregables de las diferentes tareas, así como archivos adjuntos relevantes, capturas de pantalla, enlaces, o cualquier otro material de referencia.
- *Barra de cumplimiento:* Esta barra realiza un seguimiento al desarrollo de las subtareas permitiendo establecer el porcentaje del cumplimiento global de la tarea.
- *Actividad:* Se establece esta funcionalidad como un espacio donde los miembros del equipo pueden dejar comentarios, hacer preguntas o proporcionar actualizaciones sobre la tarea en tiempo real.
- *Automatizaciones:* Esta función permite al equipo programar las tareas, procesos y flujos de trabajo que sean repetitivos, de modo que se pueda agilizar el tiempo que llevaría realizar estas tareas de forma manual. Estas automatizaciones están basadas en reglas que se cumplen dentro del tablero diseñado y están compuestas por tres factores: **desencadenadores** que ponen en marcha la regla, **condiciones** que la refinan y finalmente, **acciones** que realizan tareas de acuerdo con lo estipulado.

Una vez establecido el estilo de las fichas, de acuerdo con la estructura de descomposición del trabajo, a continuación, se establece la creación de tres tipos de tarjetas que representan una tarea diferente. Estas tareas están asociadas a las 3 diferentes fases del proyecto y cada una de ellas incluye las subtareas correspondientes, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 14.** Tipos de tarjetas del tablero. Fuente: Elaboración propia.

<b>Tarea</b>	<b>Previo- Instalación fotovoltaica</b>	<b>Montaje- Instalación fotovoltaica</b>	<b>Post Montaje- Instalación fotovoltaica</b>
<b>Subtareas</b>	P.1.1.1 Visita técnica P.1.1.2 Estudio de factibilidad P.1.1.3 Presupuesto P.1.2.4 Facturación del anticipo P.1.2.4 Documento del proyecto P.1.2.6 Visado del proyecto P.1.2.7 Tramitar licencia	P.2.1.1 Cronograma P.2.2.3 Compras	P.3.1.1 Facturación total P.3.1.2 Legalización P.3.1.3 Tramite I-DE P.3.1.4 OCA P.3.1.5 Monitorización P.3.1.6 Plan de mantenimiento

### 7.5. Tarjetas del tablero y flujo de trabajo

En JIRA, las tarjetas y el flujo de trabajo están estrechamente relacionados, pues como se ha comentado con anterioridad las tarjetas representan unidades de trabajo individuales y el flujo de trabajo define cómo esas tarjetas se mueven a través de diferentes etapas hasta su finalización.

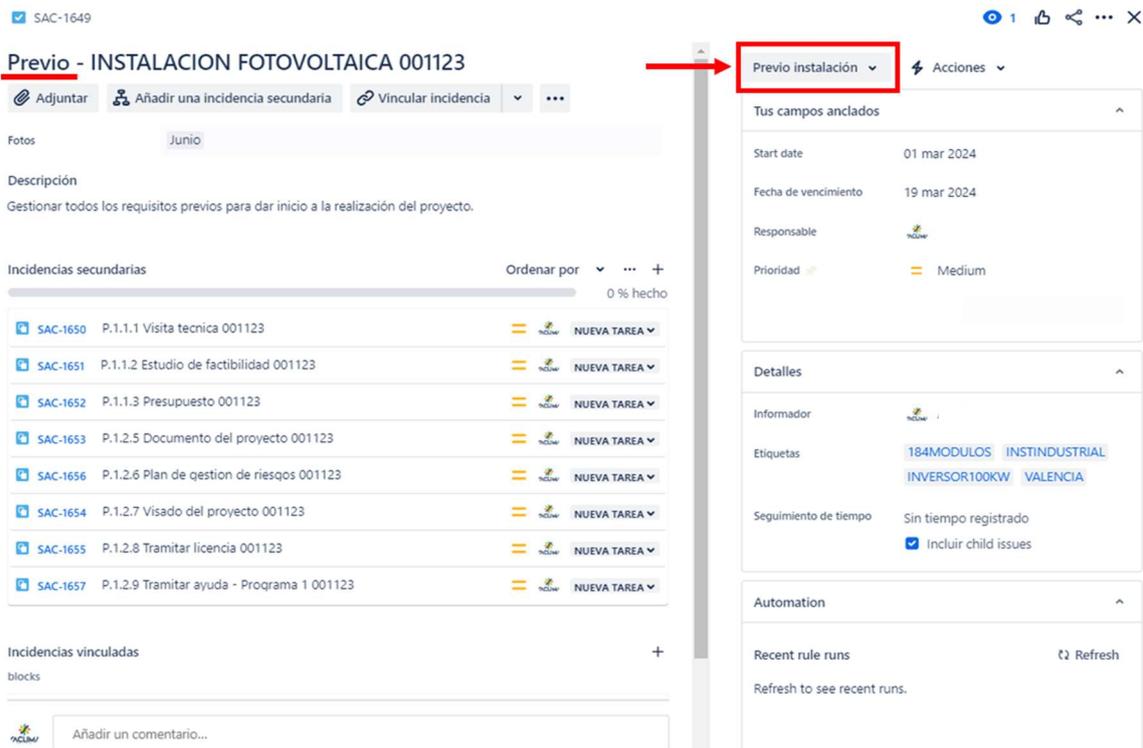
A continuación, se explica cómo se desarrolla el flujo de trabajo, los estados por los que pasan estas tarjetas y las transiciones que realizan las mismas entre estos estados. Así como las dependencias entre tareas y las reglas de automatización aplicadas, proporcionando una visión clara sobre el progreso del proyecto en el tablero.

#### 7.5.1. Tarjeta de trámites previos de la instalación

Esta tarjeta abarca todos los trámites previos que el equipo de trabajo del proyecto debe realizar antes de iniciar la posterior fase de montaje del proyecto. Esta tarjeta almacena las nueve subtareas que componen esta fase previa (Figura 24).

Esta tarea se origina tras la información del director comercial, quien en este caso actúa como informador, generando una nueva tarea en el tablero. Posteriormente, esta tarea es asignada automáticamente al responsable del proceso, en este caso el Ingeniero Industrial 2. Siendo éste, el encargado de asignar las subtareas a los diferentes miembros del equipo según la disponibilidad.

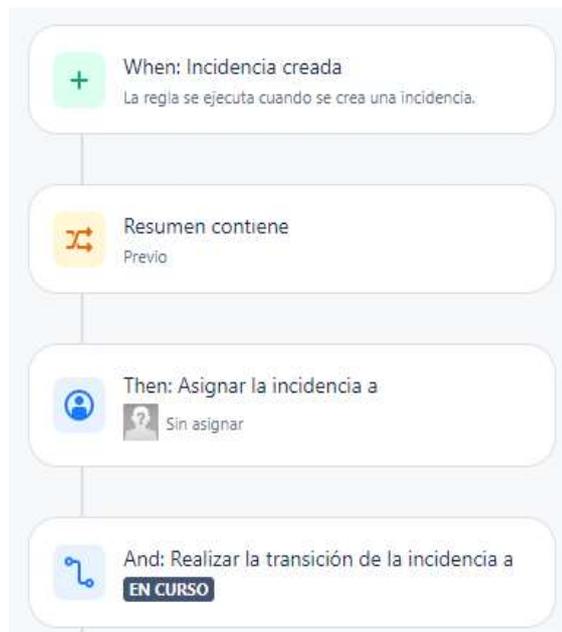
Adicionalmente, en esta tarjeta el Ingeniero Industrial 2 asigna la fecha inicial y de vencimiento de la tarea que, en este caso, tal y como se muestra en la Figura 24, es el 19 de marzo de 2024, de acuerdo con el cronograma inicial, asegurando que el equipo cumpla el 100% de desarrollo de las subtareas dentro de este plazo.



**Figura 24.** Tarjeta trámites Previos. Fuente:Elaboración propia a partir del software JIRA).

En materia de configuración, para esta tarjeta se ha establecido lo siguiente:

- **Regla de creación de la tarea:** En esta tarjeta se ha establecido una regla para la creación automática de la tarea "Previo" únicamente cuando el Director Comercial incluye la palabra "Previo" al inicio del nombre de una tarea. Esta medida asegura que cada nuevo proyecto se genere automáticamente con la creación de esta tarea, las subtareas y asignaciones correspondientes.



**Figura 25.** Tarjeta trámites Previos. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

- **Dependencia de tareas:** Se ha configurado el vínculo "blocks" para que las tareas de "Trámites Previos" bloqueen las tareas de tipo "Montaje". Esta configuración garantiza que la fase inicial debe completarse antes de avanzar a la siguiente fase, lo que evita que se continúe en el flujo si la tarea inicial no está resuelta.
- **Transiciones de la tarea:** Se han establecido tres transiciones para esta tarea en el tablero: "Previo Instalación" para indicar la entrada de un nuevo trabajo, "Previos en Proceso" para señalar el estado de pausa de las actividades (ocurre cuando se determina que el proceso debe detenerse por incumplimiento de factores externos) y requiere hacer la transición manualmente, y "Previos Hechos" cuando las nueve subtareas están completamente realizadas.
- **Regla de automatización del trabajo completado:** Se ha creado una regla de automatización que permite realizar la transición de la incidencia a la columna "Previo Hecho" automáticamente una vez que todas las subtareas necesarias estén completadas.

### 7.5.2. Tarjeta de montaje

La tarjeta "Montaje" marca el inicio de la fase de montaje tras la realización de los trámites previos (Figura 25). Esta tarjeta incluye las subtareas relacionadas con la programación del proyecto y la gestión de compras. Los responsables de gestionar esta tarea son el responsable de planificación, quien establece las fechas para el proceso de montaje y asigna el equipo encargado de la planificación, y el responsable de compras, quien se encarga de preparar todo lo necesario para el proceso de montaje de la instalación.

Dado que esta fase representa un riesgo significativo para el funcionamiento del trabajo posterior, se considera una tarea prioritaria, marcada como prioritario ("Highest"). Esto indica que debe completarse lo antes posible según la disponibilidad de información proporcionada en la tarea anterior.

The screenshot displays a JIRA project card titled "Montaje - INSTALACION FOTOVOLTAICA -001123". The card is currently in the "Montaje" column of a Kanban board. The board has three columns labeled "PREVIO INSTALACIÓN". The card details on the right include: Start date (20 mar 2024), Fecha de vencimiento (12 abr 2024), Responsable (FERNANDO), and Prioridad (Highest). The card also shows a list of secondary incidents (SAC-1643 and SAC-1658) and a linked incident (SAC-1649). The card is marked as "Highest" priority and has several tags: 184MODULOS, INDUSTRIAL, INVERSOR100KW, MONTAJE, and VALENCIA. The card is currently in the "Montaje" column, and the right sidebar shows details for the card, including start date, due date, responsible, priority, and tags.

Figura 26. Tarjeta de montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

En materia de configuración para esta tarjeta se ha establecido lo siguiente:

- **Regla de creación de la tarjeta de Montaje:** Una vez finalizado el trabajo de la fase previa se establece una copia de esta tarea que posteriormente se transforma en la tarjeta “Montaje”, asignando como responsable al encargado de planificación y dirigiendo la misma a la columna de “instalaciones pendientes” dentro tablero. En esta situación, es el gestor del tablero quien tiene el objetivo de priorizar las instalaciones y permitir continuar con el flujo de trabajo.



**Figura 27.** Automatización tarea de montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

- **Dependencias entre tareas:** No se establece ninguna relación de bloqueo del cumplimiento al 100% de las subtareas para avanzar al siguiente estado “Proceso de montaje”, puesto que se identificó que en la práctica es posible que el inicie este proceso sin tener aún todas las compras resueltas.
- **Transiciones de la tarea:** Las transiciones de esta tarea en el tablero pueden ser las siguientes:
  - *Instalaciones pendientes:* Una tarjeta de montaje puede ir al estado instalación pendiente si se establece que no puede continuar al estado de montaje. En la práctica esto suele ocurrir al presentarse aplazamientos del cronograma o por decisión del director comercial.
  - *Instalación ampliación:* Una tarjeta de montaje puede trasladarse al estado de ampliación si durante el montaje se surge alguna situación que requiera una ampliación o modificación de la instalación.
  - *En proceso de montaje:* Representa la continuidad normal del trabajo después del proceso de alistamiento de recursos. Este estado es crucial para medir el progreso de la instalación fotovoltaica. El Técnico supervisor, encargado de la supervisión en obra, controla toda la información en esta tarjeta, incluyendo el cronograma de obra, los elementos a instalar y otra información relevante de la fase previa. Además, se obtienen imágenes de la instalación y partes de actividad que permiten un seguimiento detallado de las actividades por parte del equipo (ver Figura 26).

# Diseño e implementación de un sistema de gestión de proyectos basado en el método Kanban. Aplicación a proyectos de instalaciones fotovoltaicas

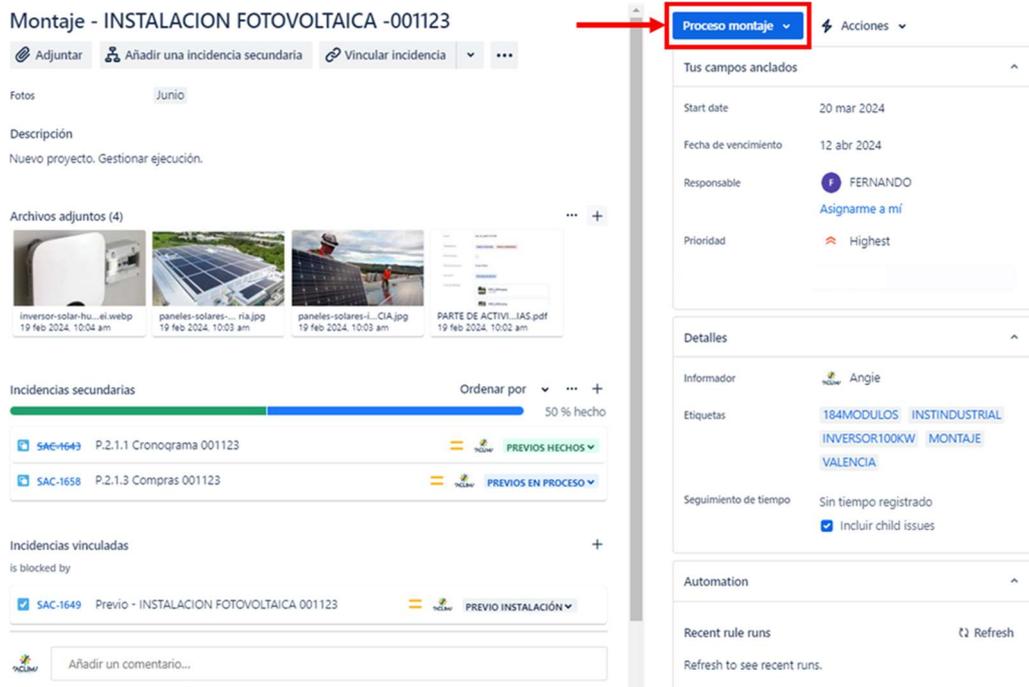


Figura 28. Tarjeta de montaje, estado proceso de montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

- **Transición a montaje hecho:** Una vez finalizado el proceso de instalación, se realiza la transición de la tarjeta de montaje al estado “Montaje Hecho” (Figura 27) con el objetivo de indicar que el proceso de montaje ha sido completado. La información de esta columna es muy significativa para medir la cantidad de instalaciones realizadas.

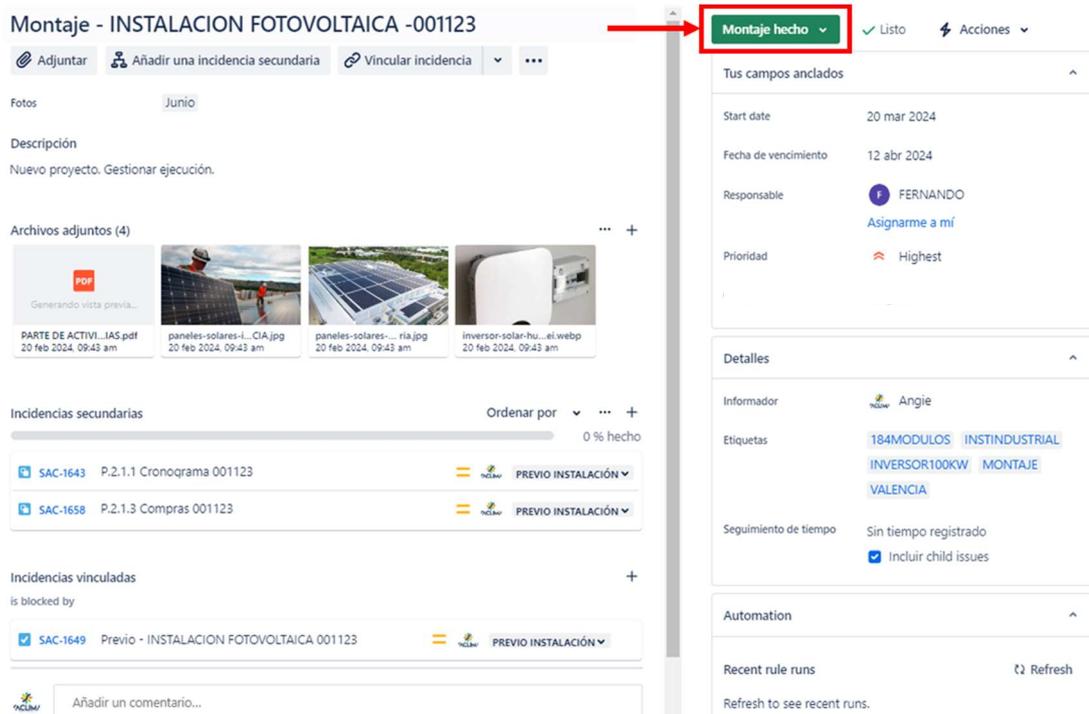


Figura 29. Tarjeta de montaje, estado “Montaje Hecho”. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

### 7.5.3. Tarjeta de Post montaje

La tarjeta "Post Montaje" proporciona una vista integral de toda la información necesaria para gestionar las actividades posteriores al proceso de montaje. Incluye todos los datos recopilados durante el montaje para brindar a los responsables de esta fase toda la información requerida para los trámites necesarios.

Al igual que en las tarjetas anteriores, se establecen las subtareas necesarias para completar esta fase de trabajo al 100%, como se ilustra en la Figura 28. El Ingeniero Industrial 1 es el responsable de esta tarea y colabora con el Ingeniero Industrial 2 para finalizar conjuntamente todos los detalles del proyecto.

**Tramites Post Montaje - INSTALACION FOTOVOLTAICA -001123** Post Montaje Acciones

Adjuntar Añadir una incidencia secundaria Vincular incidencia

Fotos Junio

Descripción  
Nuevo proyecto. Gestionar ejecución.

Archivos adjuntos (4)

paneles-solares-...CIA.jpg 20 feb 2024, 09:44 am  
paneles-solares-...ria.jpg 20 feb 2024, 09:44 am  
PARTE DE ACTIV...IAS.pdf 20 feb 2024, 09:44 am  
inversor-solar-hu...ei.webp 20 feb 2024, 09:44 am

Incidencias secundarias Ordenar por 0 % hecho

ID	Descripción	Estado
SAC-1679	T.3.1.1 Facturación y cobro 100%- montaje	NUEVA TAREA
SAC-1661	T.3.1.2 Leqalización 001123	NUEVA TAREA
SAC-1662	T.3.1.3 Tramite I-DE 001123	NUEVA TAREA
SAC-1663	T.3.1.4 OCA 001123	NUEVA TAREA
SAC-1664	T3.1.5 Monitorización 001123	NUEVA TAREA
SAC-1665	T.3.1.6 Plan de mantenimiento 001123	NUEVA TAREA

Tus campos anclados

Start date 15 abr 2024  
Fecha de vencimiento 15 abr 2025  
Responsable  
Prioridad Highest

Detalles

Informador Angie  
Etiquetas 184MODULOS INSTINDUSTRIAL INVERSOR100KW MONTAJE VALENCIA  
Seguimiento de tiempo Sin tiempo registrado  
 Incluir child issues

Automation  
Recent rule runs Refresh

**Figura 30.** Ficha Post montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

En materia de configuración para esta tarjeta se ha establecido lo siguiente:

- **Regla de creación de la tarea:** Esta tarea se crea automáticamente después de indicar el estado "Montaje Hecho" en la tarjeta de Montaje (Figura 29). La nueva tarea, basada en una

copia de la tarjeta anterior, se crea automáticamente en la columna "Post Montaje en Proceso", lo que permite a los ingenieros encargados iniciar estos trámites de manera ágil.



**Figura 31.** Automatización creación incidencia Post Montaje. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

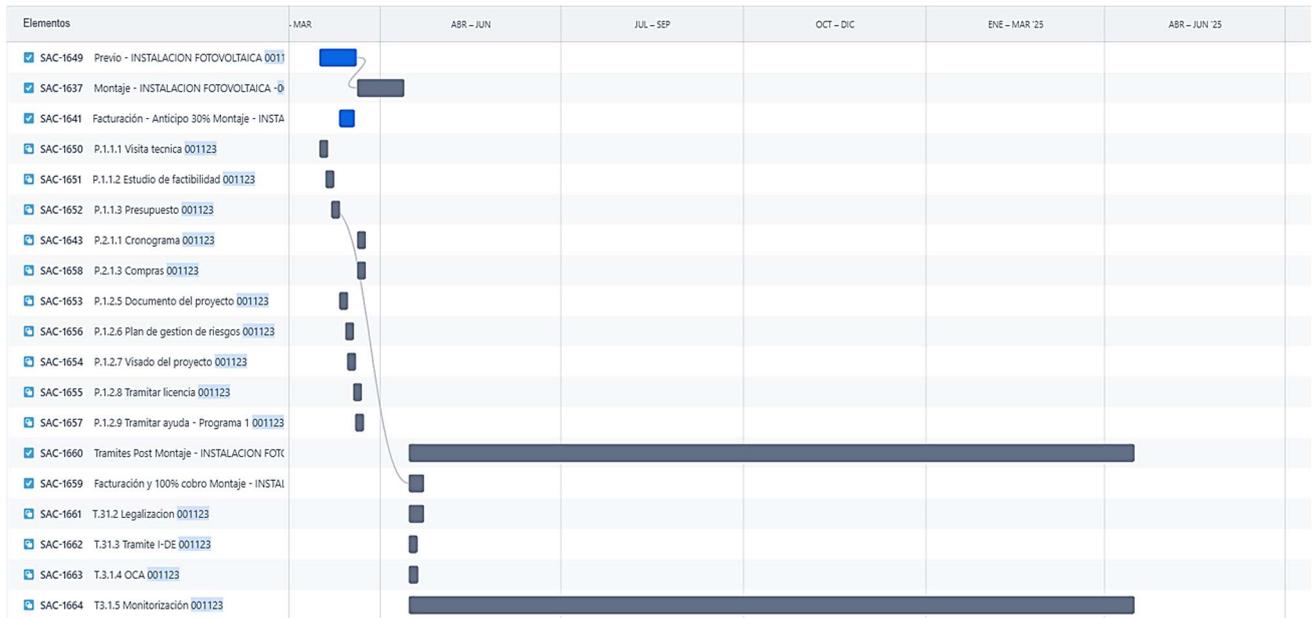
- **Transiciones de la tarea:** Las transiciones de esta tarea en el tablero pueden ser tres:
  - *Post Montaje Previo:* Indica la entrada de un nuevo trabajo en el proceso de post montaje.
  - *Post Montaje en Proceso:* Indica un estado de pausa de las actividades, lo cual suele ocurrir cuando se determina que el proceso debe estar en pausa debido al incumplimiento de algún factor, no por el proceso de trabajo en sí.
  - *Post Montaje Hecho:* Se marca cuando las seis subtareas de esta fase están completamente realizadas. Esta acción requiere hacerse manualmente para indicar que el post montaje ha sido completado.

## 7.6. Cronograma

La configuración establecida permite generar un diagrama de Gantt que muestra las tareas en función de sus fechas de inicio y finalización previstas, así como las dependencias entre ellas y la persona responsable (ver Figura 30). Las tareas completadas se representan con un color específico según su porcentaje de cumplimiento (verde para completado y gris para pendiente) además de indicar la persona asignada como responsable. Esta visualización proporciona al equipo una mejor comprensión de la secuencia de tareas, permite identificar posibles cuellos de botella y facilita el seguimiento del progreso del proyecto.

Además, dentro de JIRA es posible modificar y actualizar las tareas directamente desde el diagrama de Gantt, lo que simplifica la gestión del proyecto de manera integrada.

## Diseño e implementación de un sistema de gestión de proyectos basado en el método Kanban. Aplicación a proyectos de instalaciones fotovoltaicas



**Figura 32.** Cronograma. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

### 7.7. Resultado del Tablero en JIRA.

El resultado del tablero Kanban en JIRA refleja una gestión integral y eficaz del proyecto de instalación fotovoltaica implementado en la empresa SAC. A través de tarjetas detalladas y configuraciones precisas, el equipo ha logrado una visualización clara y estructurada de cada fase del proyecto.

El proyecto ha logrado ser representado desde la fase inicial de trámites previos hasta el post montaje, cada tarea ha sido asignada con responsables definidos y fechas límites establecidos. Las automatizaciones de creación de tarjetas y las transiciones entre estados permitieron representar y agilizar el flujo de trabajo, mientras que el diagrama de Gantt proporciona una vista global del cronograma y las dependencias entre tareas.

Este tablero diseñado en JIRA no solo aporta como mejora la comunicación y colaboración del equipo, sino que también facilita la toma de decisiones informadas gracias a la visualización del trabajo y permite el seguimiento del progreso del proyecto en tiempo real.



**Figura 33.** Resultado del tablero. Fuente: Elaboración propia a partir del software JIRA.

Además, la herramienta JIRA sirvió como un punto centralizado de información, donde se podrían poner las evidencias de los entregables esta capacidad de compartir información de manera ágil y eficiente elimino el uso de la pizarra de papel y las listas independientes en Excel, permitiendo identificar rápidamente el estado real del avance del trabajo.

Resultado de lo anterior, fue posible el diseño de un plan de comunicación estructurado como se muestra en la siguiente Tabla 15 La comunicación en torno a JIRA funciona de la siguiente manera:

**Tabla 15.** Plan de comunicación. Fuente: Elaboración propia.

COMUNICACIÓN INTERNA									
ACCION DE COMUNICACIÓN	MOTIVO	CANAL	ACCION EN TABLERO	INFORMADOR	RECEPTOR	METODO	IDIOMA	PERIODICIDAD	AUTORIZA
Reunión visita técnica	Informativo	Adjuntos y comentarios y transición en subtarea correspondiente	PREVIO: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director comercial	Director comercial	Tablero	Español	Según disponibilidad de agenda	Gerencia
Estudio preliminar	Informativo	Adjuntos y comentarios y transición en subtarea correspondiente	PREVIO: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director comercial	Director comercial	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Director comercial
Presupuesto	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	PREVIO: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director comercial	Director comercial	Tablero/ Correo	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Comunicación del documento del proyecto	Informativo	Adjuntos y comentarios y transición en subtarea correspondiente	PREVIO: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director comercial	Técnico 1	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Comunicación plan de riesgos	Informativo	Adjuntos y comentarios y transición en subtarea correspondiente	PREVIO: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director comercial	Técnico 2	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Boletín de licencia de obra	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	PREVIO: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director comercial	Técnico 2	Tablero/ Correo	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Boletín de solicitud ayudas	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	PREVIO: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director comercial	Técnico 2	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Comunicación inicio de obra	Informativo	Transición incidencia correspondiente	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director de proyecto	Director de proyecto	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia

Diseño e implementación de un sistema de gestión de proyectos basado en el método Kanban. Aplicación a proyectos de instalaciones fotovoltaicas

Comunicación del cronograma del proyecto	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Director de proyecto	Director de proyecto	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Comunicación de equipo de proyecto	Informativo	Canal de comunicación interno/ Registro en etiquetas de incidencia	REGISTRO ETIQUETAS	Director de proyecto	Equipo de obra	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Comunicación albaranes de compra	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Agente de compras	Equipo de obra	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Partes de obra y registro fotográfico	Informativo/control	Adjuntos y comentarios en tarea correspondiente.	PROCESO DE MONTAJE: COMENTARIOS	Supervisor técnico	Ingeniero 1, Ingeniero 2, Director de proyecto	Tablero	Español	Diario	Supervisor proyecto
Boletín de legalización de instalación	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Ingeniero 1	Director proyecto/ contable	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Boletín de tramite I-DE	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Ingeniero 1	Director proyecto/ contable	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Boletín OCA	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Ingeniero 2	Director proyecto/ contable	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Boletín de trámite de Garantías	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Ingeniero 1	Director proyecto/ contable	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia
Plan de mantenimiento	Informativo	Adjuntos y comentarios en subtarea correspondiente. Correo electrónico al cliente.	MONTAJE: POR HACER/EN PROCESO/HECHO	Ingeniero 2	Director proyecto/ contable	Tablero	Español	Según cronograma del proyecto	Gerencia

Este plan de comunicación sirve como una guía estratégica para gestionar y mejorar la comunicación dentro SAC. Estableciendo objetivos claros, identificando las partes interesadas, definiendo la información importante y seleccionando las herramientas y canales adecuados para transmitir esos mensajes. Desarrollando un plan de comunicación que capitaliza las herramientas de JIRA para mejorar la eficiencia y la colaboración del equipo. Al aprovechar características como la creación de tarjetas, asignación de tareas y seguimiento de problemas, creando un entorno centralizado donde la comunicación fluye sin problemas y todo el equipo está alineado con el objetivo del proyecto.

Adicionalmente, se establecen las acciones de comunicación interna Tabla 16 que debe seguir el equipo para estar informados y comprometidos en el proceso, estableciendo una comunicación clara y transparente en todo momento.

**Tabla 16.** Comunicación interna de SAC. Fuente: Elaboración propia.

<b>Acción de comunicación</b>	<b>Consideraciones</b>
<b><i>Reuniones presenciales</i></b>	No realizar acuerdos importantes sin evidencia escrita. Tener precaución con el manejo de información sensible, vinculante o confidencial.
<b><i>Correo electrónico</i></b>	Utilizado para comunicarse con proveedores y clientes de manera escrita. Tener precaución con el manejo de información sensible, vinculante o confidencial.
<b><i>Llamada telefónica</i></b>	Uso de urgencia. Tener precaución con el manejo de información sensible, vinculante o confidencial.
<b><i>Comentario en incidencia</i></b>	Método para compartir información a todos los interesados de la incidencia en cuestión.
<b><i>Adjuntos en incidencia</i></b>	Método para sustentar entregables, compartir información y evidencias.
<b><i>Cambios de estado en incidencia</i></b>	Método para sustentar entregables, compartir información y evidencias.
<b><i>Menciones en comentarios</i></b>	Utilizar @usuario para generar una notificación a un miembro del equipo dentro de los comentarios de la incidencia.
<b><i>Parte de visita/ Obra diario</i></b>	Realizar partes de las actividades utilizando con line establecidos.



## 8. Resultados y conclusiones

### 8.1. Resultados en la gestión del proyecto

Los resultados en la gestión del proyecto "Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo sobre la cubierta sita en Alzira" muestran una importante mejora en los procesos del proyecto, con la finalización de todas las tareas del alcance según lo previsto en el cronograma para el 19 de abril de 2024, así como la aprobación de dichas actividades por parte del cliente TRM.

La implementación de la herramienta Kanban en JIRA desempeñó un papel fundamental al permitir un control y seguimiento efectivo de los tiempos de entrega de cada tarea del proyecto. Esta metodología proporcionó una clara visualización del flujo de trabajo, lo que facilitó la identificación y resolución de los cuellos de botella. Además, Kanban permitió la asignación flexible de trabajo entre los miembros del equipo, lo que contribuyó a una mayor eficiencia en la ejecución del proyecto y al cumplimiento de los plazos de entrega.

La Figura 32 evidencia cómo la visualización del flujo de trabajo y la concentración de información en la herramienta JIRA permitieron anticipar la realización de algunas tareas. En la fase inicial del proyecto, el equipo de ingeniería logró adelantar la tarea "estudio de factibilidad" gracias a la información oportuna proporcionada por el agente comercial durante la visita previa. Esta previsión permitió responder más rápidamente al cliente y adelantar la redacción del proyecto, otorgando al equipo de ingeniería más tiempo para esta tarea crucial. Lo anterior, tuvo un impacto positivo en la fase de montaje, ya que el departamento de planificación pudo anticipar las compras, obteniendo mejores precios y eliminando la posibilidad de retrasos en la entrega o compras inoportunas que pudieran afectar la siguiente fase.

En cuanto a las actividades de montaje, estas pudieron iniciarse según lo acordado, lo que representó un logro significativo. La disponibilidad de información en tiempo real a través de tabletas permitió al equipo instalador acceder a planos e instrucciones técnicas de manera precisa, lo que redujo la posibilidad de retrasos debido a reproceso o fallos en la instalación y garantizó que la instalación se completara dentro de los plazos acordados.

Finalmente, la fase post montaje logro desarrollarse de manera adecuada, gracias a la disponibilidad de información obtenida del montaje, permitiendo que la documentación que se elabora en esta fase se hiciera de manera adecuada.

Cabe resaltar que, el resultado favorable de este proyecto, al ser un ejercicio individualizado, no puede extrapolarse a todos los proyectos de la empresa. Es esencial mantener una evaluación constante y una retroalimentación continua que permita aprovechar la información generada por la herramienta tras su aplicación en otros proyectos, como la tasa promedio de entrega de los proyectos, la carga de trabajo del equipo o el trabajo en curso en determinado periodo. Se debe establecer la frecuencia adecuada para estas evaluaciones y el análisis de esta información debe impulsar el cambio y la mejora continua. Teniendo en cuenta que un ciclo de retroalimentación demasiado largo puede conducir a una mejora lenta del proceso, mientras que uno demasiado corto puede no permitir que el proceso y el equipo de trabajo se estabilicen ante el cambio, lo que podría resultar en un desperdicio de esfuerzos.



## **8.2. Resultados en la comunicación**

Pese que la introducción de la metodología diseñada implicó un desafío para el equipo en materia de aprendizaje y adaptación, la implementación del tablero Kanban mediante la plataforma JIRA en la empresa SAC representó un paso crucial para mejorar la comunicación interna al proporcionar una visualización clara del trabajo en curso. El tablero Kanban permitió que todos los miembros del equipo comprendieran fácilmente el estado de las tareas y los entregables. Esto promovió un ambiente de confianza y colaboración, donde cada miembro del equipo pudo contar con acceso a la misma información en tiempo real y pudiendo contribuir de manera más efectiva al logro de los objetivos comunes.

Adicionalmente, la utilización de JIRA permitió la creación del plan de comunicación visto en el apartado 7.7, el cual aprovecha las características avanzadas de JIRA, como notificaciones automáticas y personalización de flujos de trabajo, para garantizar que todo el equipo este informado, estableciendo una comunicación clara, oportuna y transparente.

## **8.3. Resultados en la organización**

La introducción de Kanban en JIRA logró fortalecer la metodología de gestión de proyectos en SAC, la empresa logró establecer un sistema más estructurado y visual para la organización y para la gestión de proyectos. Sin embargo, uno de los principales desafíos de esta nueva herramienta fue la adaptación cultural y el cambio de mentalidad dentro de la organización para adoptar esta nueva metodología de trabajo.

Este trabajo se ha enfocado en la implementación de Kanban en un servicio específico de la empresa, gestionado por un equipo particular. Sin embargo, es importante considerar la posibilidad de expandir o refinar el sistema existente, aplicando los principios fundamentales de Kanban en un contexto de mayor alcance. Según Anderson y Carmichael (2016), esto implica adaptar y ampliar los principios y prácticas de Kanban para abordar los desafíos específicos de las organizaciones. Esta expansión podría incluir la implementación de Kanban para cubrir una mayor cantidad de servicios, aplicación al trabajo de diferentes equipos o incluso la escalabilidad de Kanban para abarcar toda la organización, lo que implica la coordinación de múltiples equipos y proyectos en toda la empresa.

De manera general asegurar una implementación adecuada y eficaz de Kanban en JIRA, requiere una planificación cuidadosa, capacitación adecuada y una comunicación clara sobre los objetivos y beneficios del cambio entre todos los miembros del equipo, así como una participación constante del líder de la implantación de esta herramienta.

## **8.4. Conclusiones**

Este trabajo de fin de master presenta los resultados de la aplicación de los principios y herramientas de gestión de proyectos, para mejorar el rendimiento productivo y la estructura organizativa de una empresa real del sector de las energías renovables ubicada en la ciudad de Valencia.

El mismo se focalizó en abordar los cuellos de botella derivados de una gestión ineficiente de proyectos en la empresa SAC, proponiendo la implementación de un sistema Kanban adaptado a sus necesidades específicas. Se ha llevado a cabo un diagnóstico detallado de los procesos existentes para identificar áreas de mejora, lo que sirvió de base para diseñar y adaptar un sistema Kanban aplicando los valores y principios de la metodología ágil. El equipo encargado de liderar la implementación del sistema desempeñó un papel crucial en este proceso, no solo configurando el tablero inicialmente, sino también capacitando al personal, supervisando la implementación y monitoreando el sistema en curso.

El tablero Kanban diseñado compuesto por el flujo de trabajo, las columnas, tareas y automatizaciones, ha logrado un aporte significativo el control de los tiempos de entrega, mejora de la comunicación y la visibilidad del progreso en el proyecto estudio de caso, consiguiendo que el equipo de trabajo del proyecto contará con un sistema de trabajo integrado y funcional, que permitiese visualizar el trabajo y el desarrollo de este mediante el flujo en la ejecución de proyectos y, en última instancia, al cumplimiento de los tiempos de entrega.

Sin embargo, se destaca la necesidad de un compromiso continuo por parte de la gerencia y el equipo de trabajo para asegurar el éxito sostenido de esta iniciativa a largo plazo, siendo el principal desafío de la implementación de este sistema la adaptación cultural y el cambio de mentalidad dentro de la organización para adoptar esta nueva metodología de trabajo.

Finalmente, la realización de este trabajo ha sido de utilidad para comprender cómo gestionar un proyecto desde su etapa de negociación hasta el cierre. Además, se han estudiado conceptos sobre las metodologías ágiles que antes eran desconocidas, destacando la importancia de la adaptabilidad y la flexibilidad en la aplicación de estas metodologías de gestión en contextos específicos.

## 9. Referencias

- Anderson D., Carmichael A. (2016). Kanban esencial condensado. Lean Kanban University.
- Asana, inc. (2024). Asana. Asana, inc. Consultado en febrero de 2024. <https://asana.com/es/product>
- Asiaín J. (2018). Estudio de Técnicas “LEAN” en proyectos industriales. Tesis de maestría. <https://oa.upm.es/54037/>
- Atlassian. (2024). JIRA software. Atlassian. Consultado en febrero de 2024. <https://www.atlassian.com/>
- Castle K. (2018). waterfall-model-waterfall-methodology. Consultado en febrero de 2024. <https://www.projectcubicle.com/waterfall-model-waterfall-methodology/waterfall-project-management-2/>
- Dirigeplaneayaprende. (2018). Un vistazo al PMBOK. Consultado en febrero de 2024. <https://dirigeplaneayaprende.blogspot.com/2018/10/un-vistazo-al-pmbok.html>
- Ejayo E. (2021). Las cinco propiedades de Kanban (3). El blog informático de Edgar Jayo. Consultado en febrero 2024. <https://edgarjayo.wordpress.com/2021/05/11/las-cinco-propiedades-de-kanban-3/>
- ITMplatform. (2024). Ventajas e inconvenientes de las metodologías Ágil y Predictiva. Consultado en febrero de 2024. <https://www.itmplatform.com/es/blog/ventajas-e-inconvenientes-de-metodologias-agil-y-predictiva/>
- Jimenez P. (2019). Integración de tableros Kanban en una herramienta que apoya la gestión ágil del trabajo. Trabajo de grado. <https://riunet.upv.es/handle/10251/128825>
- Kanban University (2021). La guía oficial del método Kanban. Kanban University. [https://resources.kanban.university/wp-content/uploads/2021/08/The-Official-Kanban-Guide\\_Spanish\\_A4.pdf](https://resources.kanban.university/wp-content/uploads/2021/08/The-Official-Kanban-Guide_Spanish_A4.pdf)
- Kate Eby. (2017). Guía definitiva para la gestión de proyectos Lean. Consultado en febrero 2024 en <https://es.smartsheet.com/guide-to-lean-project-management>
- Kniberg, H., & Skarin, M. (2010). Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos. [http://www.proyectalis.com/documentos/KanbanVsScrum\\_Castellano\\_FINAL-printed.pdf](http://www.proyectalis.com/documentos/KanbanVsScrum_Castellano_FINAL-printed.pdf)
- Laoyan S. (2022). Agile Manifesto: la guía para entender la metodología Agile. Consultado en febrero de 2024. <https://asana.com/es/resources/agile-methodology>

- Laurent L. (2022). Métodos de gestión de proyectos tradicionales frente a métodos ágiles: ¿cuál se adapta mejor a usted?. Consultado en febrero de 2024. <https://appmaster.io/es/blog/tradicional-vs-agil-es>
- López R. (2015). Metodologías Ágiles de Desarrollo de Software Aplicadas a la Gestión de Proyectos Empresariales. REVISTA TECNOLÓGICA N° 8. [http://fcaenlinea.unam.mx/anexos/1728/Unidad\\_1/u1\\_act2\\_2.pdf](http://fcaenlinea.unam.mx/anexos/1728/Unidad_1/u1_act2_2.pdf)
- Loriaux E. (2022). Gestión en la implementación de una instalación fotovoltaica en un centro escolar. Tesis de maestría. <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/59827/Eleder%20Loriaux%20-%20Trabajo%20de%20Fin%20de%20M%c3%a1ster%20Direcci%c3%b3n%20de%20Proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinto J. (2015). Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia. Tesis de maestría. <https://riunet.upv.es/handle/10251/51733>
- Portman H. (2018). Review CHAOS Report. Henny Portman's Blog. Consultado en febrero 2024: <https://hennyportman.wordpress.com/2020/01/03/review-chaos-report-2018/>
- Project Management Institute. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)* (6.ª ed.). Newton Square, PA: Project Management Institute.
- Restrepo J. & Orozco M. (2021). Modelo híbrido de gestión de proyectos para agencias de mercadeo digital, una recopilación de buenas prácticas en metodologías ágiles en proyectos. Tesis de maestría, EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/items/c72d2ad7-094d-461d-abe0-49a6712116a5>
- Rodriguez N. (2023). PMBOK: qué es, para qué sirve, fases y herramientas. Consultado en febrero 2024. <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-pmbok>
- Salameh H. (2014). What, When, Why, and How? A Comparison between Agile Project Management and Traditional Project Management Methods. *International Journal of Business and Management Review* Vol.2, No.5, pp.52-74. <https://n9.cl/lj2q76>
- Schwaber K- & Sutherland J., (Noviembre 2020) La Guía Scrum La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego. Repositorio UVM. <https://repositorio.uvm.edu.ve/items/00f89266-866c-44af-8a31-a8f3c19b8c8b>

Stsepanets A. (2023). Modelo de cascada (Waterfall): qué es y cuándo conviene usarlo. Consultado en febrero 2024. <https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-de-cascada/>

Vila J. y Capuz S. (2021). Definiendo la gestión híbrida de proyectos. 26th International Congress on Project Management and Engineering Terrassa. <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/3102>



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS

## PLANOS

**AUTOR:**

Osorio Molano, Angie Karine

**DIRECTOR:**

Capuz Rizo, Salvador Fernando

**Abril 2024**

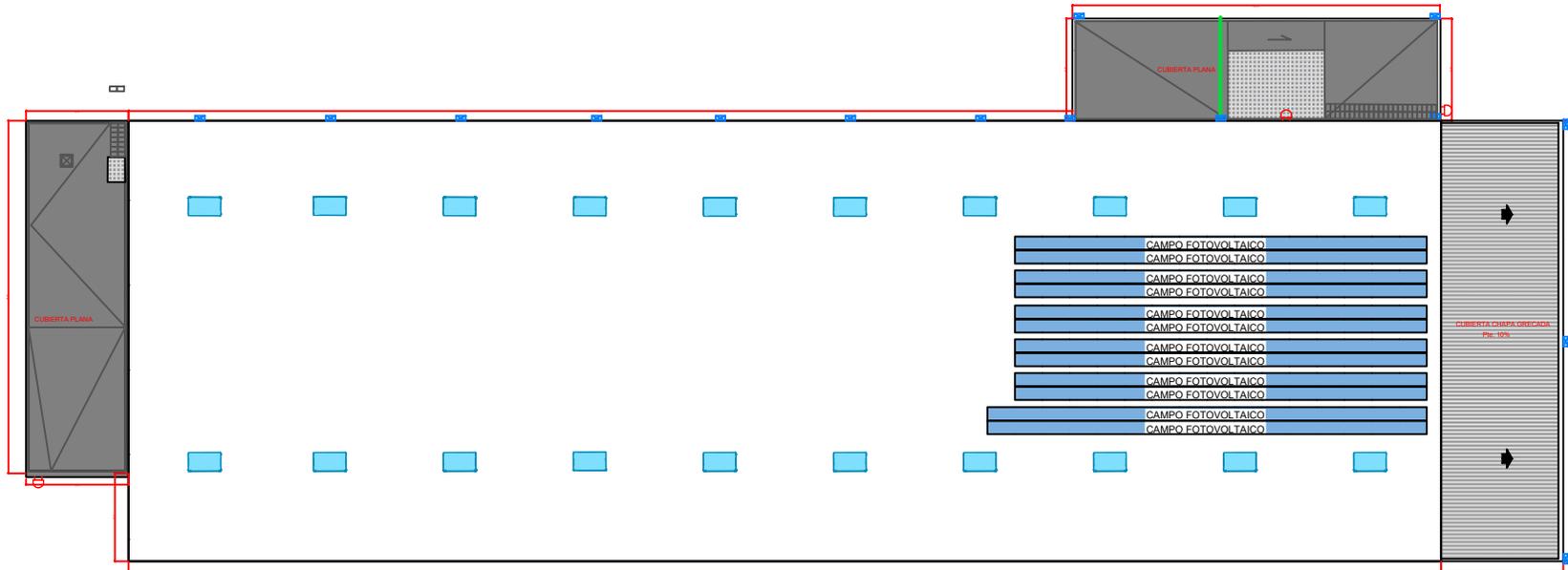
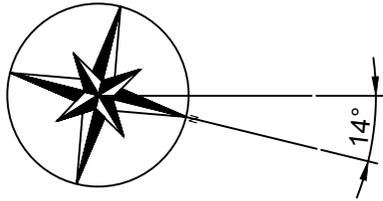


ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA

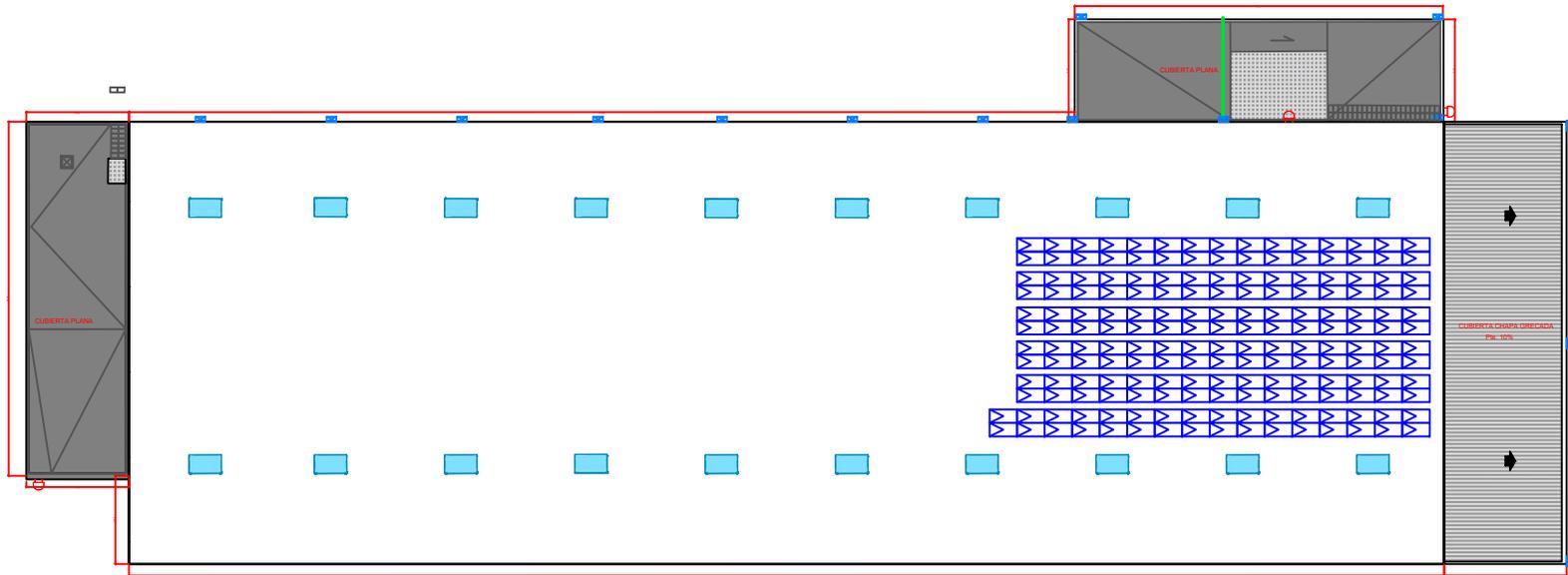
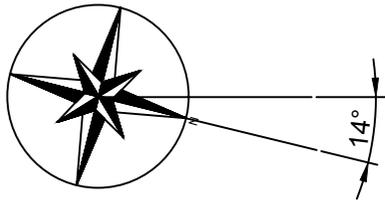


**INDICE**

Plano 1: PLANO DE SITUACIÓN. ....	82
Plano 2: PLANO DE IMPLANTACION .....	83
Plano 3: PLANO DE DISTRIBUCION .....	84



<b>PROYECTO:</b>		INSTALACION AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 100kW SITA EN Alzira, Valencia	
<b>CONTENIDO:</b>		<b>PLANO DE DISTRIBUCION</b>	
	<b>ESCALA:</b>	<b>AUTOR:</b>	<b>Nº DE PLANO:</b>  <b>2</b>
	<b>S/E</b>	Ingeniería SAC	
			<b>FECHA:</b>



<b>PROYECTO:</b>		INSTALACION AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 100kW SITA EN Alzira, Valencia	
<b>CONTENIDO:</b>			<b>Nº DE PLANO:</b>
<b>PLANO DE IMPLANTACION</b>			<b>3</b>
	<b>ESCALA:</b>	<b>AUTOR:</b>	
	<b>S/E</b>	Ingeniería SAC	
			<b>FECHA:</b>
			DICIEMBRE 2023



 LOCALIZADOR

PROYECTO:		INSTALACION AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 100kW SITA EN Alzira, Valencia	
CONTENIDO:		<b>PLANO DE SITUACIÓN</b>	
	ESCALA:	AUTOR:	<b>1</b>
	<b>S/E</b>	Ingeniería SAC	
			FECHA: DICIEMBRE 2023