

**CASO DE ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS Y/O METODOLOGÍAS  
ÁGILES EN PROYECTOS DESARROLLADOS BAJO METODOLOGÍAS TRADICIONALES**

**AUTORES**

**JHONATAN MEDINA OSORIO**

**SEBASTIÁN PÉREZ ACOSTA**

**SANTIAGO MÉNDEZ MURILLO**

**TUTOR**

**LUZ MARINA SÁNCHEZ AYALA**



**UNIVERSIDAD EAN - ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**

**BOGOTÁ, COLOMBIA**

**05 DE JUNIO DE 2023**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen .....	5
2.	Planteamiento del problema .....	7
3.	Antecedentes del problema .....	7
4.	Descripción del problema.....	8
5.	Pregunta de investigación.....	9
6.	Objetivos.....	11
6.1.	Objetivo general .....	11
6.2.	Objetivos específicos .....	11
7.	Conveniencia de la Investigación.....	11
8.	Justificación del proyecto .....	12
9.	Marco teórico .....	13
9.1.	PMBOK .....	13
9.2.	ICB.....	15
9.3.	SWEBOK .....	16
9.4.	Agile Modeling (AM) .....	18
9.5.	Adaptive Software Development (ASD).....	19
9.6.	Disciplined Agile Delivery (DAD) .....	20

9.7.	Crystal.....	21
9.8.	Dynamic Systems Development Method (DSDM) .....	23
9.9.	Lean Software Development (LSD) .....	24
9.9.1.	eXtreme Programming (XP).....	26
9.10.	Scrum .....	29
9.11.	Kanban .....	30
9.12.	Scrumban .....	32
10.	Metodología.....	33
10.1.	Enfoque, alcance y diseño de la investigación .....	33
10.2.	Definición de Variables .....	34
11.	Análisis de resultados .....	38
12.	Conclusiones .....	47
13.	Bibliografía.....	48
14.	Anexos.....	52

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Ciclos de los proyectos según su tipo.....	15
Figura 2: Procesos de la gestión de proyectos .....	18
Figura 3. Proceso de Adaptive Software Development.....	19
Figura 4. Ciclo de Vida de un proyecto bajo el marco de proceso DAD .....	21
Figura 5. Flujo de trabajo de metodologías Crystal.....	22
Figura 6. Fases de la metodología DSDM .....	24
Figura 7 Principios LSD .....	26
Figura 8: Ciclo de desarrollo de la metodología XP .....	27
Figura 9: Tablero Kanban.....	31
Figura 10: Evolución de Scrumban.....	33
Figura 11. Informe diario de avance. Curva S de seguimiento.....	42

## 1. Resumen

En muchas ocasiones cuando los proyectos ya están culminados, los gerentes de proyectos o profesionales que estuvieron en contacto con el proyecto, se hacen la pregunta si la gestión usada fue la correcta, si se usaron las herramientas adecuadas o necesarias para el tipo de proyecto. Por lo anterior, el presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de encontrar posibles mejoras a un proyecto desarrollado bajo metodologías tradicionales mediante la aplicación de componentes basados en metodologías ágiles.

El proyecto propuesto fue “Modernización de reguladores de tensión de la central Tequendama”, para el cual la metodología de investigación utilizada fue basada en un enfoque cualitativo descriptivo correlacional. La recolección de información se realizó mediante el uso de 3 instrumentos, centrándose en las áreas de conocimiento del PMBOK.

Del análisis realizado sobre las entrevistas, se evidencia que las áreas del conocimiento del proyecto de gestión de tiempo, costos, calidad y riesgo pueden ser mejoradas adoptando elementos ágiles durante ciertas fases del desarrollo del proyecto. Sin embargo, hay áreas de conocimiento (como la gestión del alcance del proyecto) inviables para ser abordadas desde el agilismo. Para determinar esto, se tuvieron en cuenta factores como las características del proyecto, de la empresa y de las áreas interesadas.

**Palabras claves:** Metodologías tradicionales de gestión de proyectos, metodologías ágiles, áreas de conocimiento, PMBOK, agilismo, metodologías híbridas.

## **Abstract**

On many occasions when projects are finished, project managers or professionals who were part of the project ask their selves whether the used management methodology was the right one or whether the used tools were appropriate for the type of project. This project aims to find improvements on a project, that was managed under a traditional project management framework, by using and applying agile project management methodologies.

The proposed project was “Modernization of voltage regulators of the Tequendama power plant”, for which the used research methodology was based on a qualitative correlational descriptive approach. Three instruments were used to gather the information regarding the knowledge areas of PMBOK.

From the analysis, it was determined that knowledge areas such as Time, Costs, Quality and Risk management can be improved by adopting agile practices during certain stages of the project. However, other areas of knowledge were found as unfeasible to be worked under an agile framework. This assessment was made considering different factors of the project, stakeholders and organization characteristics.

**Keywords:** Traditional project management methodologies, agile project management methodologies, knowledge areas, PMBOK, agilism, hybrid methodologies

## **2. Planteamiento del problema**

Evaluación de las posibles mejoras u optimización de procesos implementando metodologías ágiles de gestión de proyectos en proyectos ya finalizados bajo metodologías de carácter tradicional.

## **3. Antecedentes del problema**

De acuerdo con (García Rodríguez, 2015) se poseen las siguientes metodologías para la gestión y evaluación de proyectos, estas metodologías se han logrado clasificar en metodologías tradicionales y las llamadas ágiles de la siguiente manera:

Metodologías de tipo tradicional:

- PMBOK
- ICB – IPMA Competence Baseline
- PRINCE2 – Projects in a Controlled Environment
- SWEBOK – Software Engineering Body of Knowledge

Metodologías de tipo ágiles:

- Agile Modeling (AM)
- Adaptative Software Development (ASD)
- Discipline Agile Delivery (DAD)
- Crystal
- Dynamic Systems Development Method (DSDM)
- Lean Software Development (LSD)

- Extreme programming (XP)
- Scrum
- Kanban
- Scrumban

Lo anterior nos muestra el diverso mundo de posibilidades con las que se puede ejecutar un proyecto en las organizaciones, por lo cual se pretende desarrollar un análisis propositivo que permita identificar las posibles ventajas de haber incorporado a tiempo aspectos de metodologías ágiles en un proyecto desarrollado bajo metodologías tradicionales, como es el caso de estudio que se pretende estudiar.

#### **4. Descripción del problema**

Actualmente para la coordinación y elaboración de proyectos se implementan metodologías que tal vez no sean las más óptimas según su tipo, teniendo en cuenta que existen múltiples opciones tanto tradicionales como ágiles en gestión de proyectos.

Esta es una problemática derivada de la ausencia de profundizar en las áreas de conocimiento que competen a las metodologías ágiles, lo cual conlleva a que su implementación sea forzada, dado su escasa apropiación y propiciando una implementación inadecuada y errónea (Muñoz, Mejía, & Corona, 2016).

Por esto, el presente análisis pretende hacer un caso de estudio de las posibles mejoras de un proyecto al incorporar mecanismos y conceptos de metodologías ágiles, con el fin de optimizar resultados, procesos y recursos.

## 5. Pregunta de investigación

Encontrar una metodología adecuada precisa o acertada para la coordinación de un proyecto es fundamental para su correcta ejecución, control y posibles correcciones. Tal como lo enuncia (Solis & Figueroa, 2016), el feliz término de cualquier proyecto implica de muchos factores, sin embargo, escoger una metodología para su correcta gestión es de vital importancia, ya que esto va a inferir de manera directa en su productividad, calidad final y recursos necesarios.

Para establecer la mejor metodología no se puede hacer desde un único enfoque, dado que no todos los proyectos cuentan con la misma clase o tipología. Esta tipología brinda un camino inicial el cuál debe ser el parámetro o índice clave para su evaluación a fin de determinar qué metodología se acopla mas según el tipo de proyecto, proceso de elaboración, etc. Para poder agrupar de forma resumida los parámetros iniciales de selección (Garcia Rodriguez, 2015) plantea tres enfoques resumidos acerca de la evaluación de la metodología a usar en varios casos:

- Costo de las variaciones. ¿Cómo se da el manejo ante variaciones económicas o de personal durante la ejecución del proyecto con respecto a enfoques predictivos y adaptativos?
- Retorno de la inversión (ROI). ¿Cómo es el comportamiento de la inversión a lo largo del proyecto para enfoques predictivos y adaptativos?
- Sectores de estudio. ¿De qué forma se comportan los sectores de estudio y de conocimiento con respecto a las metodologías tradicionales y ágiles?

Sin embargo, se debe tener un conocimiento de la tendencia hacia donde se está dirigiendo la gestión de proyectos en los últimos años de estudio, no solo de manera local, si no

de manera global en industrias no emergentes y con una trayectoria superior; la cual les brinda un panorama amplio y un juicio de expertos más consolidado.

Recopilando información de economías y sectores más establecidos, (Rodríguez & David Musat, 2010) enuncia que las metodologías ágiles están teniendo un alto impacto en el desarrollo software a nivel mundial. Según el estudio de (Hadida & Troilo, 2020) el ascenso e incorporación de metodologías ágiles en empresas de distintos sectores es considerable, en comparación de las empresas que dejan de usar metodologías ágiles por incorporar metodologías tradicionales. De acuerdo con el reporte de adopción ágil publicado por (Certiprof, 2022), es notable cómo cada vez más compañías adoptan metodologías adaptativas, año tras año, al reconocer su valor en contraste con aquellas que aún siguen utilizando enfoques predictivos.

Según lo anterior la mayoría de las investigaciones llevadas a cabo sobre la adopción y aplicación de metodologías ágiles en los últimos años muestran resultados mayoritariamente favorables para su implementación en empresas y proyectos de diversas naturalezas.

Dado esto, es necesario tener claro los beneficios que conlleva la implementación de metodologías ágiles en cualquier proyecto o empresa. Sumado a que son una tendencia, un conocimiento más amplio, permitirá al equipo aterrizar los conceptos de las metodologías ágiles para así determinar si se puede acoplar a un proyecto.

**¿Se podrían haber obtenido mejores resultados implementando metodologías ágiles en un proyecto que se desarrolló bajo metodologías tradicionales?**

## **6. Objetivos**

### **6.1. Objetivo general**

Realizar un análisis de un proyecto desarrollado a partir de metodologías tradicionales, planteando posibles mejoras al incorporar procesos bajo metodologías ágiles y de esta manera evaluar la incidencia en su implementación.

### **6.2. Objetivos específicos**

- Investigar el estado del arte de distintas metodologías de gestión de proyectos y recopilar sus características, ventajas, desventajas.
- Investigar acerca de un proyecto de ingeniería que haya sido gestionado por medio de una metodología tradicional de gestión de proyectos.
- Establecer categorías de los aspectos del proyecto, para la evaluación de las metodologías consultadas.
- Elaborar una matriz de resultados donde se confronten procesos desarrollados bajo metodología tradicional y metodología ágil.
- Proponer procesos de carácter ágil equivalentes a los desarrollados inicialmente en el proyecto.

## **7. Conveniencia de la Investigación**

Esta investigación servirá como contextualización para cualquier lector que quiera conocer de las principales ventajas y desventajas de las metodologías ágiles como principal herramienta para la gestión de un proyecto. Lo anterior, también ayudará al lector sentando las bases necesarias para seleccionar la metodología más adecuada para su proyecto.

A partir de la comparación de las metodologías seleccionadas, se espera tener una comprensión profunda de su uso y de sus características. Esto resulta muy relevante para cualquier estudiante de la especialización en gestión de proyectos, que debe tener un conocimiento avanzado de estas metodologías, cuyo uso es frecuente.

Por otra parte, se pretende hacer un análisis en el cual el lector conozca los procesos de carácter ágil que se pudieron realizar en un proyecto gestionado por medio de metodologías tradicionales. Adicionalmente, la investigación servirá también como actualización para cualquier persona que quiera conocer el estado del arte de las metodologías ágiles para la gestión de proyectos.

## **8. Justificación del proyecto**

Teniendo en cuenta las diversas metodologías que se encuentran disponibles para gestionar proyectos, esta investigación pretende ayudar a identificar a los gestores de proyectos la metodología ágil más conveniente según el proyecto a desarrollar sin importar el área específica a la cual pertenezca el proyecto. De igual forma, sirve para comparar diferentes metodologías que puedan resultar aplicables a partir de sus características, ventajas y desventajas para así determinar cuál se ajusta más a un proyecto.

Desde una arista social, se esperaría un beneficio para los gerentes y patrocinadores de cualquier proyecto, estableciendo una hoja de ruta a partir de una matriz de resultados en la que se comparen las metodologías y se resuman sus características. A través del conocimiento del estado del arte de cada una de las metodologías, se espera brindar las herramientas necesarias para determinar la más conveniente de acuerdo con el tipo de proyecto.

Por último, basado en la experiencia profesional y práctica, se evidencia que en la actualidad las empresas que desarrollan proyectos, bajo metodologías bien sean ágiles o tradicionales, adquieren beneficios en términos de tiempo, minimización de riesgos y errores, optimización de recursos y aumento en la productividad.

## **9. Marco teórico**

Para entrar un poco más en contexto sobre las metodologías de gestión de proyectos que actualmente se han establecido a lo largo del mundo, se plantean dos capítulos o apartados grandes de manera general; las metodologías de carácter tradicional o convencional, las cuales tienen como característica principal estar compuestas por una metodología de desarrollo evidente y determinada con relativamente pocos cambios y enfocada a un desarrollo lineal y muy susceptible a alteraciones en contextos cambiantes de forma constante. Por otro lado, las metodologías de carácter ágil, según (Gómez, 2020) se caracterizan por su forma de trabajo que consiste en reducir tiempos, eliminar incertidumbre, mejorar la eficiencia de producción, tener respuesta efectiva al cambio y brindar satisfacción al cliente a través de entregas cortas con retroalimentación continua.

En primera medida se van a puntualizar las metodologías de carácter tradicional o convencional, abordando de manera sintetizada sus características, enfoques y filosofías.

### **9.1. PMBOK**

La metodología PMBOK la cual traduce Project Management Body Of Knowledge es una guía estándar para la dirección y gestión de proyectos diseñada y establecida por el Project Management Institute (PMI), esta metodología se define como un resumen de mejores prácticas, en la cual los encargados de gestionar el proyecto deben elegir según sea el caso que se emplea

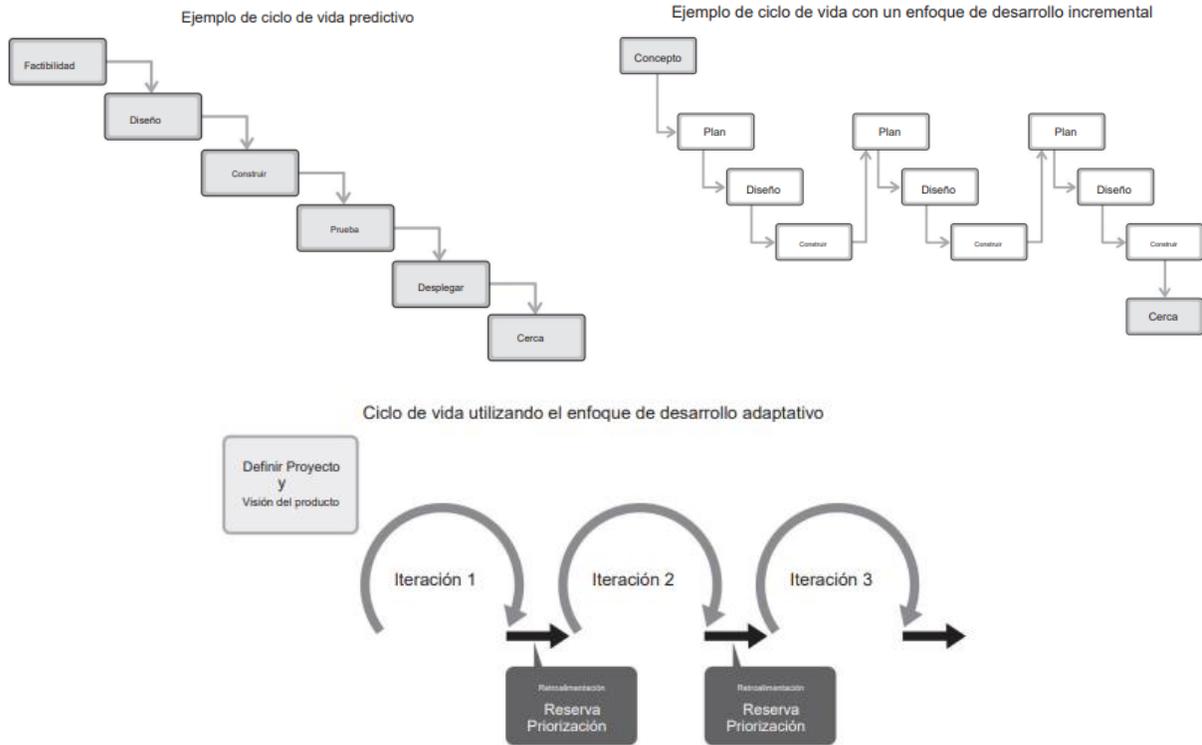
y con que magnitud dadas las características innatas del proyecto. Según el (PMI, 2021) define esta metodología como:

Un término que engloba los conocimientos necesarios en la disciplina de gestión de proyectos. Los principios fundamentales de la gestión de proyectos incluyen prácticas tradicionales que han sido probadas y ampliamente adoptadas, así como prácticas innovadoras que están surgiendo en el campo. Además, abarca conceptos clave, tendencias emergentes y consideraciones para adaptar los procesos de gestión de proyectos, junto con información sobre cómo aplicar herramientas y técnicas a los proyectos. Los directores de proyectos tienen la opción de utilizar una o varias metodologías para implementar los procesos descritos en el estándar de gestión de proyectos.

Esta metodología examina 10 áreas de juicio: gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del tiempo, gestión de los costos, gestión de la calidad, gestión de los recursos humanos, gestión de las comunicaciones, gestión de los riesgos, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados (Riaño Nossa, 2021). Adicionalmente relaciona ciclos de vida según su tipo de proyecto dadas sus etapas e interacciones en su desarrollo como se evidencia en la

**Figura 1:**

**Figura 1: Ciclos de los proyectos según su tipo**



**Fuente:** (PMI, 2021)

## 9.2. ICB

Esta metodología es basada y desarrollada por el IPMA (Project Management Association) y en la cual su modelo de gestión y dirección de proyectos se designa como IPMA Competence Baseline (ICB). Esta metodología se caracteriza por la evaluación de competencias, más específicamente 3: Perspectiva, Personas y práctica. Estas tres competencias a su vez incluyen 29 elementos de competencia (EC) (Fonturbel Mediavilla, 2023):

- 5 competencias hacia las personas: “Los EC de Personas sintetizan las cualidades y habilidades personales y de comunicación necesarias para lograr exitosamente la finalización de proyectos, negocios y metas se resumen en su conjunto.
- 10 competencias de Práctica. “Los EC de Práctica concretan el conocimiento administrativo o técnico para la coordinación del proyecto.

- 14 competencias de Perspectiva. “Los EC de Perspectiva se perciben como herramientas requeridas desde todas las disciplinas y áreas de estudio o conocimientos que infieren en cualquier parte del proyecto. (IPMA, 2020)

Dado su modelo y metodología no es suficiente para tomar como modelo único de gestión de un proyecto en determinado, si no por el contrario como un componente junto a otras metodologías o combinación de las mismas. Acudir a esta metodología al inicio de un proyecto para la exploración de alguna competencia técnica determinada, resultará de gran utilidad y dará un correcto camino para establecer la competencia que se debe desarrollar de un tiempo determinado del proyecto. De igual forma puede brindar herramientas para resolver insuficiencias en la gestión de equipos e innovaciones de carácter público (Vila Grau & Capuz Rizo, 2020).

### **9.3. SWEBOK**

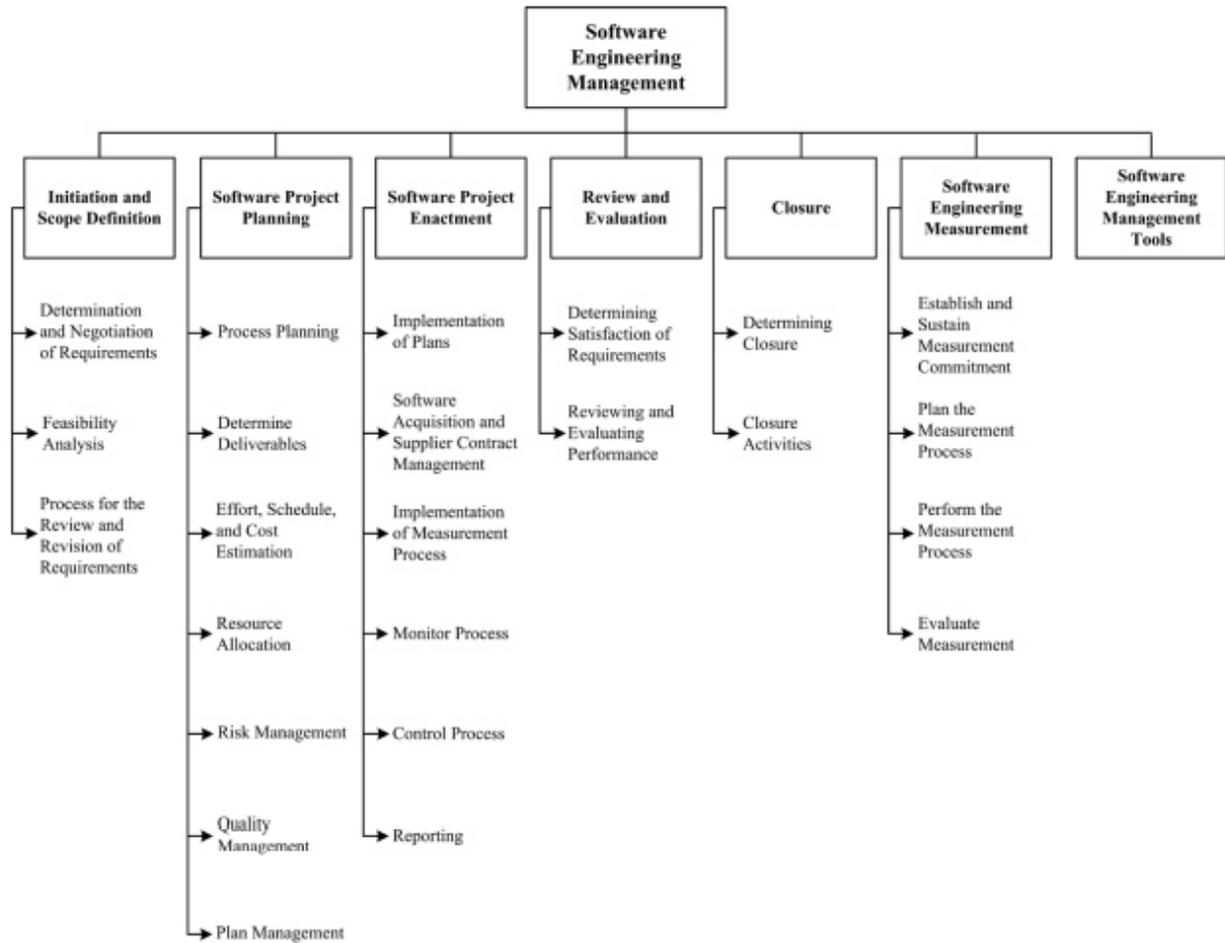
Sus siglas significan Software Engineering Body of knowledge, esta metodología tiene como finalidad exclusiva la ingeniería de software, dado su inicio y establecimiento, sus parámetros de ingreso y comportamiento se basan en la creación, construcción de programas de computación (Mariño & Alfonso, 2019). Aparte de ser una metodología de dirección de proyectos de software, plantea o cataloga 15 superficies de comprensión (Del castillo Guevara & Torres Ponjuan, 2022):

- Requisitos del Software
- Diseño del Software
- Construcción (desarrollo) del Software
- Pruebas del Software
- Mantenimiento del Software

- Gestión de la configuración del Software
- Gestión de la Ing. de Software
- Procesos de la Ing. de Software
- Modelos y métodos de la Ing. de Software
- Calidad del Software
- Práctica Profesional de la Ing. de Software
- Economía de la Ing. de Software
- Fundamentos de Computación
- Fundamentos Matemáticos
- Fundamentos de la Ingeniería

Los procesos que esta metodología se sintetizan en la **Figura 2**:

**Figura 2: Procesos de la gestión de proyectos**



**Fuente:** (IEEE, 2005)

A continuación, puntualizaremos las metodologías ágiles utilizadas en varios contextos en la gestión de proyectos

#### **9.4. Agile Modeling (AM)**

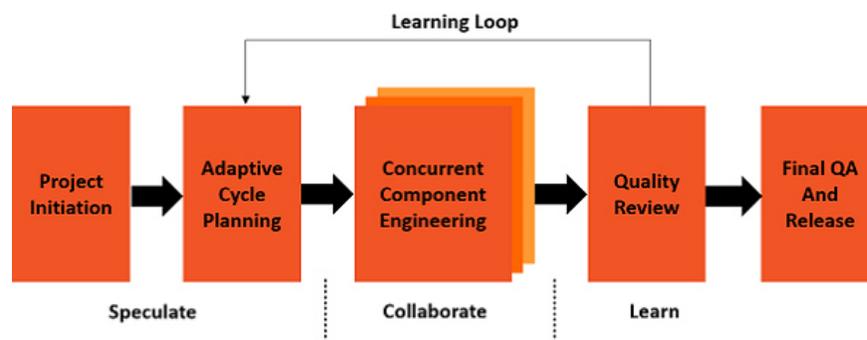
Esta metodología fue diseñada para el modelado de documentación y sistemas de software, este método no genera un paso a paso, es decir no precisa las operaciones detalladas para diseñar un modelo, si no que plantea una serie de recomendaciones para llevarlos a cabo

de manera eficaz. Por tal motivo no brinda herramientas para todas las etapas de del proyecto como la gestión del proyecto, coordinación de actividades y pruebas; se enfatiza generalmente en su modelación y documentación (Martinez Padua, Quitian Monroy, & Castiblanco Jimenez, 2022). Según (García Rodriguez, 2015) la metodología AM puede funcionar como complemento a otros estilos de gestión de proyectos ágiles.

### 9.5. Adaptive Software Development (ASD)

El desarrollo de software adaptativo (ASD) es una metodología ágil, que está concebido para ser utilizado en entornos de desarrollo de software. Fue propuesta por Jim Highsmith y Sam Bayer; su filosofía se basa en la colaboración humana y la auto-organización. La metodología es cíclica y se compone de tres fases (ver **Figura 3**) (García Rodriguez, 2015):

**Figura 3. Proceso de Adaptive Software Development**



**Fuente: Tomado de (Tutorials Point, 2023)**

#### 1. Especulación

Se establecen los objetivos, restricciones del proyecto, así como el estimado de ciclos necesarios para completarlo. Se definen los objetivos de cada una de estas iteraciones y las funcionalidades.

## 2. Colaboración

En esta fase se desarrolla la mayoría del trabajo en equipo; se revisa en conjunto los requerimientos y se asignan los recursos con base en las competencias de los miembros del equipo.

## 3. Aprendizaje

El desarrollo adaptativo implica una revisión del estado del producto y del trabajo desarrollado, para determinar los aprendizajes de la iteración y poder realizar ajustes para la siguiente iteración. Lo anterior permite un mejor entendimiento del proyecto y aumento del desempeño del equipo.

### 9.6. Disciplined Agile Delivery (DAD)

DAD fue desarrollado por Scott Ambler y Mark Lines. Esta metodología define un framework de proceso con un acercamiento híbrido para todo el ciclo de vida de un proyecto, usando técnicas ágiles como el Scrum, el XP (Xtreme Programming) y el Unified Process. (Ambler & Lines, 2012)

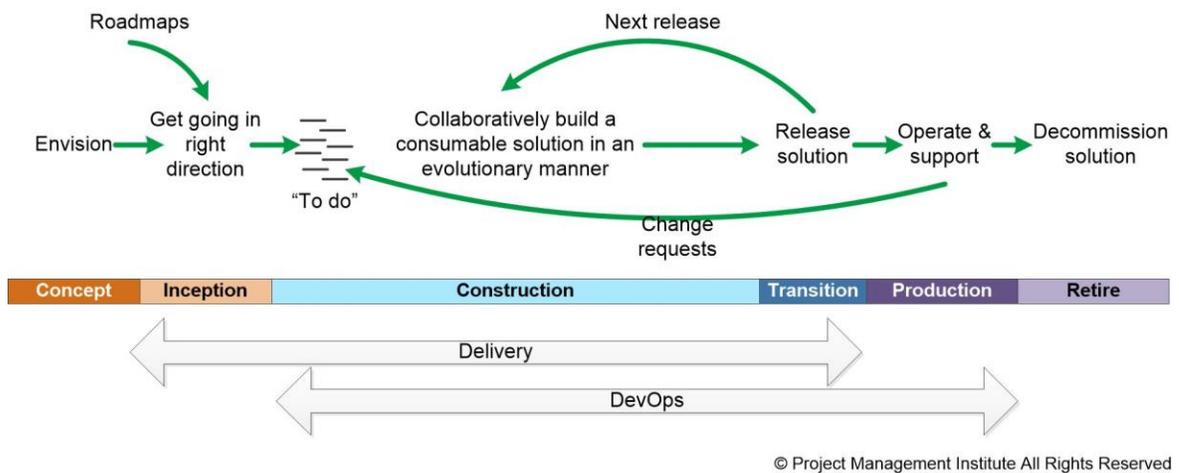
El framework de proceso DAD es orientado hacia soluciones IT, pero anteponiendo las personas; es enfocado hacia el aprendizaje y la entrega de resultados. El ciclo de vida modelo (Ver **Figura 4**) consta de tres fases: Inception o Comienzo, Construcción, y Transición. Estas abordan el proyecto desde la concepción hasta sus operaciones y decomisión o retiro del producto. Cada fase está caracterizada también por el cumplimiento de las 3C ágiles: Coordinar, Colaborar y Concluir.

De igual forma, las filosofías bajo las que se rige DAD son (PMI, 2023):

- Soluciones Consumibles

- Entregas de valor incremental
- Verificación y validación constante (shifting left)
- Modelamiento y planeación constante (shifting right)
- Probar con código
- Automatizar, automatizar, automatizar

**Figura 4. Ciclo de Vida de un proyecto bajo el marco de proceso DAD**



**Fuente: Tomado de (PMI, 2023)**

## 9.7. Crystal

Alistair Cockburn describió una serie de metodologías ágiles y ligeras a mediados de los años 90, que llamó Crystal. Este conjunto de metodologías se centra en las interacciones entre las personas más que en las mismas herramientas o procesos. Cockburn consideró que las personas son importantes y por ese motivo los procesos deberían ser moldeados a ellas. (Ibrahim, Aftab, Bakhtawar, & Ahmad, 2020)

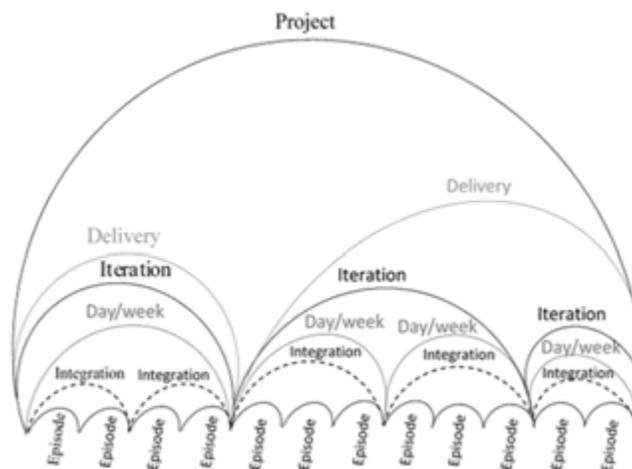
En la metodología Crystal, la criticidad de los proyectos es categorizada con base en su impacto negativo (pérdida de confort, dinero, vidas humanas) o en el tamaño del proyecto (gente

involucrada). Las categorías resultantes dan lugar a los diferentes colores de Crystal: Yellow, Orange, Orange web, Red, Maroon, Crystal Clear. Ahora bien, las metodologías Crystal a pesar de tener sus particularidades, todas se basan en 7 principios (García Rodríguez, 2015):

- Entregas frecuentes: Va en función de la dimensión del proyecto.
- Mejora Reflexiva: Se espera una mejora continua con cada iteración.
- Comunicación Osmótica: Misma ubicación física del equipo.
- Seguridad Personal: Todos pueden expresar su opinión.
- Enfoque: Períodos de no interrupción. Espacio físico propicio para esto.
- Fácil acceso al cliente: Reuniones semanales con clientes.
- Entorno técnico: Pruebas automatizadas.

El flujo de trabajo cíclico de las metodologías Crystal se puede resumir en el diagrama de la Figura 5.

**Figura 5. Flujo de trabajo de metodologías Crystal**



**Fuente: Tomado de (Ibrahim, Aftab, Bakhtawar, & Ahmad, 2020)**

## 9.8. Dynamic Systems Development Method (DSDM)

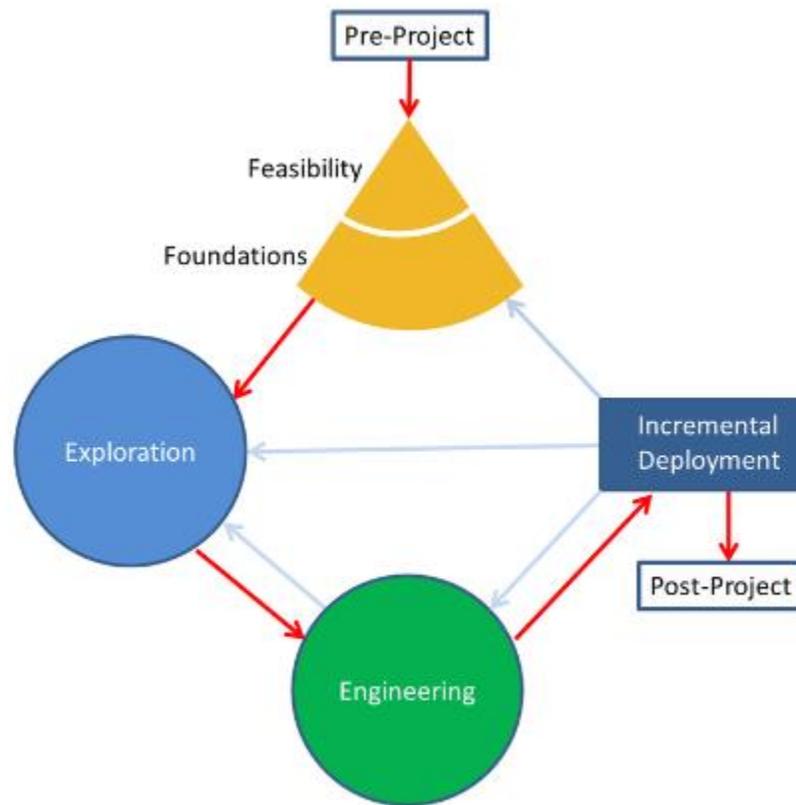
DSDM es un marco ágil para el desarrollo de software, fue desarrollado por el Consorcio DSDM en 1994 y se basa en los siguientes principios:

- Empoderamiento del equipo para la toma de decisiones.
- Se prefiere entregas cortas y frecuentes de producto.
- Involucramiento constante de usuarios.
- Desarrollar teniendo en cuenta las necesidades para los criterios de aceptación.
- Desarrollo iterativo e incremental del proyecto dentro del tiempo y presupuesto.
- Todos los cambios son reversibles durante el desarrollo.
- La línea base de los requerimientos estará a un alto nivel.
- Pruebas durante todo el ciclo del proyecto.
- Comunicación y colaboración entre todos los involucrados.

También, para el desarrollo del proyecto se definen unos roles y responsables. Estos son: desarrolladores, coordinador técnico, el usuario embajador, el usuario consejero, usuario visionario y el sponsor del proyecto. (Ibrahim, Aftab, Bakhtawar, & Ahmad, 2020)

Todo proyecto desarrollado bajo la metodología DSDM consta de tres fases: pre-proyecto, ciclo de vida de proyecto y post-proyecto (Ver **Figura 6**). En el preproyecto, se centra en identificar el proyecto y asegurar la financiación. El ciclo de vida a su vez se compone de 5 etapas, inicialmente se realiza un estudio de factibilidad y un estudio del negocio y posteriormente de manera iterativa se lleva a cabo la iteración del modelo funcional, el diseño y construcción y por último la implementación. En la fase post-proyecto se asegura la correcta operación del sistema.

**Figura 6. Fases de la metodología DSDM**



**Fuente: Tomado de** *(García Rodríguez, 2015)*

### **9.9. Lean Software Development (LSD)**

Esta metodología proviene del libro “Lean Software Development” publicado en el 2003 por Mary y Tom Poppendieck, surge con la esencia de la producción de Toyota, la cual se basa en un enfoque de pensamiento que aplica los principios de fabricación Lean al desarrollo de software. Este enfoque fue ideado por Taiichi Ohno en 1956 (llamado Toyota Production System, TPS) (García Rodríguez, 2015).

Según (Che Esquerre & Clavijo Colona, 2020) esta metodología se conoce también como “producción justo a tiempo” ya que utiliza lo necesario para el desarrollo de los productos en especial Software evitando pérdidas de tiempo y entregando consigo mayor calidad, adicional a esto (García Rodríguez, 2015) considera que este tipo de metodología presenta las siguientes características:

- Perspectiva y mentalidad.
- Realiza un análisis exhaustivo de los procesos de producción con el objetivo de identificar y eliminar cualquier elemento innecesario que no aporte valor al cliente.
- Conjunto de principios y metodologías que buscan mejorar la productividad y la calidad en los procesos de producción.
- Las metodologías de carácter adaptativo tomaron como base los principios de Lean para establecer sus fundamentos.

Los autores (Valencia, 2020) y (Che Esquerre & Clavijo Colona, 2020) indican que hay 7 principios en los que se fundamenta LSD los cuales se relacionan a continuación:

- Eliminar los desperdicios: Aquellas cosas que no aportan valor para el cliente como: movimiento, sobreproducción, espera, transporte, procesado extra, corrección, inventario y conocimiento desconectado.
- Crear conocimiento: Comprender las necesidades del cliente y cómo hacerlo de la mejor forma a través del desarrollo iterativo incremental.
- Diferir el compromiso: Establecer requisitos claros para definir claramente el compromiso a satisfacer.
- Entregar rápido: Realizar entregas rápidas con código funcional desde etapas tempranas, desarrollado con calidad.

- Potenciar el equipo: Los jefes deben escuchar a los desarrolladores en cuanto a las acciones a tomar, contribuyendo a que el equipo de trabajo se sienta motivado.
- Construir con calidad: Calidad global tanto en el proceso como en el producto.
- Optimizar el todo: Se centra en el proceso completo y no en cada etapa del proyecto.

**Figura 7 Principios LSD**



**Fuente.** (Che Esquerre & Clavijo Colona, 2020)

### 9.9.1. eXtreme Programming (XP)

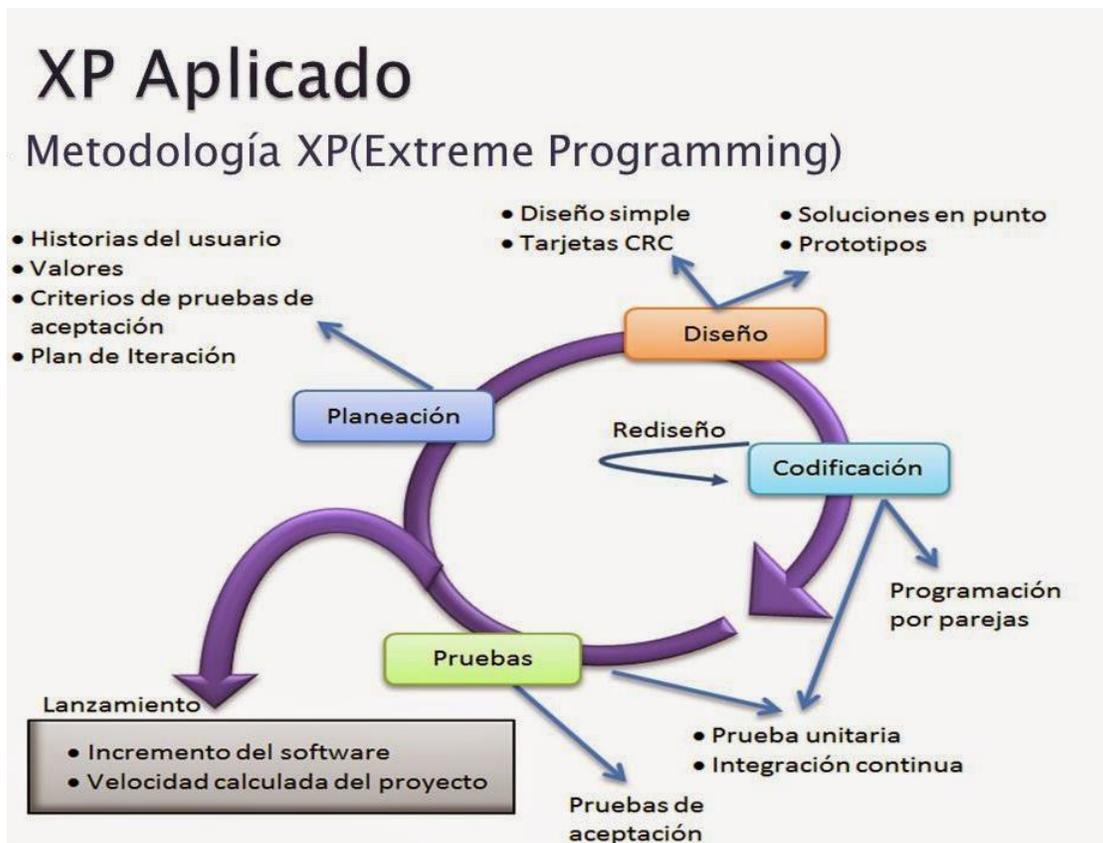
Según (Bautista-Villegas, 2022) la programación extrema o en inglés Extreme programming (XP) es una metodología liviana de desarrollo de Software formulada por Kent Beck en 1999, su origen es a raíz del proyecto c3 para la empresa Chrysler. El cual se centra en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de Software promoviendo así el trabajo en equipo, comunicación fluida, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios.

Esta metodología es óptima para proyectos con requisitos imprecisos, cambiantes y donde existe alto nivel de riesgo técnico (Valencia, 2020).

“Las prácticas de XP incluyen: planning game, pequeñas entregas, diseño simple, programación en pareja, pruebas, refactoring, integración continua, propiedad común del código, paso sostenible, cliente en sitio, metáfora y estándares de código” (Navarro Cadavid, Fernandez Martinez, & Morales Velez, 2013).

(Lara & Figueroa, 2020) indica que el ciclo de esta metodología se puede dividir en 4 actividades que son Planificación, Diseño, Codificación y Test las cuales se ilustran en la **Figura 8**.

**Figura 8: Ciclo de desarrollo de la metodología XP**



Fuente: (Valencia, 2020)

Según (Figuerola & Solís, 2008) las características de esta metodología son:

- Desarrollo Iterativo e Incremental: pequeñas mejoras unas tras otras.
- Pruebas unitarias continuas: incluyendo pruebas de regresión.
- Programación por parejas: Se recomienda realizar la programación por 2 personas a fin de escribir, discutir y revisar el código.
- Frecuente Interacción: Entre el equipo de programación y el usuario.
- Corrección: de todos los errores antes de pasar a una siguiente fase.
- Refactorización: reescribir el código para aumentar su legibilidad y mantenibilidad sin modificar su comportamiento y sin que esto pueda llegar a incurrir en fallos al momento de realizar pruebas.
- Propiedad del código compartida: todo el personal puede corregir y extender cualquier parte del proyecto.
- Simplicidad en el código: Ese mejor realizar algo simple pero efectivo y acorde a las necesidades.

Lo anterior conlleva a revisar los roles que se ejecutan en un tipo de proyecto bajo esta metodología que según (Yadav & Yasvi, 2019) existen 2 fundamentales: Programador y Cliente.

Dicho esto, se deben revisar las ventajas y desventajas del uso de esta metodología que según (Figuerola & Solís, 2008) son:

#### Ventajas

- Apropiado para entornos volátiles.
- Estar preparados para el cambio.

- Planificación transparente para los clientes.
- Definición de objetivos por iteración.
- Realimentación por parte de los usuarios.
- Presión en todo el proyecto y no en una entrega final.

#### Desventajas

- Delimitar el alcance del proyecto con el cliente.

### **9.10. Scrum**

La metodología Scrum es un proceso ágil y liviano que sirve para administrar y controlar el desarrollo de software. El desarrollo se realiza en forma iterativa e incremental (una iteración es un ciclo corto de construcción repetitivo). Cada ciclo o iteración termina con una pieza de software ejecutable que incorpora nueva funcionalidad. Las iteraciones en general tienen una duración entre 2 y 4 semanas. (Figuroa et al., n.d. pág. 7)

Según (Gómez, 2020) esta metodología se basa en realizar entregas parciales constantes de las cosas más importantes para el cliente, es un marco de trabajo que se utiliza con el fin de lograr colaboración eficaz entre los siguientes actores o perfiles: Product Owner o propietario, Scrum Master o facilitador, Scrum team o equipo de desarrollo.

De acuerdo con (García Rodríguez, 2015) Scrum es de fácil entendimiento, pero un poco complejo en el momento de aplicación ya que no es una técnica y/o proceso para construir un producto, si no que este es un marco que tiene diversos elementos que se deben tener en cuenta.

Scrum se focaliza en priorizar el trabajo en función del valor que tenga para el negocio, maximizando la utilidad de lo que se construye y el retorno de inversión. Está diseñado especialmente para adaptarse a los cambios en los requerimientos, por ejemplo, en un mercado de alta competitividad. (Figuerola et al., n.d. pág. 7).

Según (Gómez, 2020) para trabajar este tipo de metodología se requiere llevar a cabo 3 fases que son: Inicio y planificación, Desarrollo de los ciclos de trabajo y Entrega.

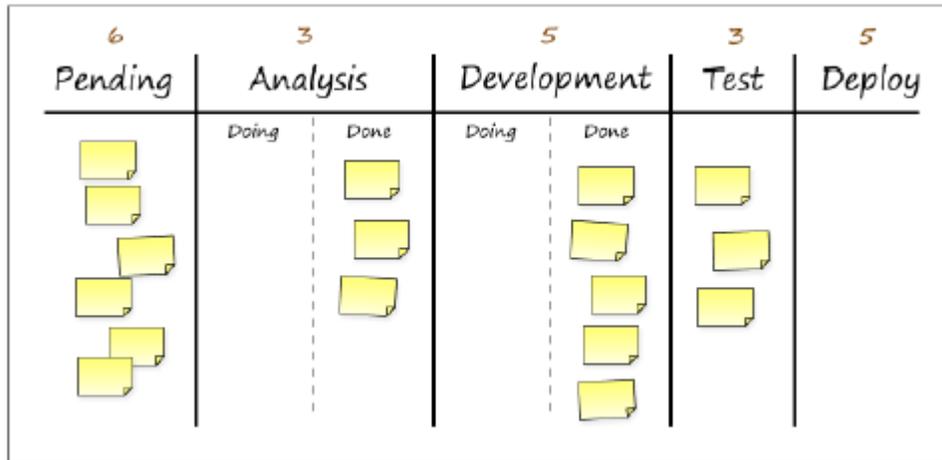
### **9.11. Kanban**

Según (Fuentes del Burgo & Perez, 2022) Kanban es un método de características principalmente visuales de origen principalmente industrial, dicho método inicialmente implementado por Toyota en 1950 y posteriormente implementado en diseño y elaboración de programación para computación (Mahnic, 2014, Fuior, 2019; Subra, 2020). La característica principal de esta metodología es la exclusión de retrasos en tiempos, aplicando teorías del *Just-In-Time* (JIT) para la clasificación de las labores, con la finalidad de minimizar ciclos aumentando la calidad y al final disminuyendo costos (Anderson, 2010; Brezočnik & Majer, 2016; Albarqi & Qureshi, 2018).

(Gómez, 2020) Concuerda con el autor Fuentes al indicar que Kanban gestiona las tareas a través de un proyecto de manera visual, y que este es una aproximación al proceso gradual, evolutivo y al cambio de los sistemas que presentan actualmente las organizaciones. Según (José & Rodríguez, 2015) esta metodología se divide en 3 partes que se escriben en tarjetas y se plasman en un tablero de trabajo, dichas tarjetas contienen descripción, estimación temporal entre otras, para los autores el objetivo de esta herramienta es que se visualice de manera clara las actividades a ejecutar, las prioridades, tiempos, estado de ejecución y/o avance.

En la **Figura 9** se muestra un ejemplo de tablero Kanban expuesto por (José & Rodríguez, 2015).

**Figura 9: Tablero Kanban**



**Fuente: (José & Rodríguez, 2015).**

A diferencia de Scrum, Kanban se considera una metodología menos estructurada y prescriptiva. No obstante, al igual que Scrum, Kanban también requiere equipos altamente autoorganizados y un fuerte liderazgo participativo para desarrollar otras prácticas. A diferencia de Scrum, Kanban no emplea roles específicos como el Scrum Master. (Fuentes et al., 2022 Pág. 1663).

Kanban es una metodología práctica que permite mejorar los flujos de trabajo en todo tipo de proceso productivo, al ser una herramienta visual que descompone las tareas en fases, mediante la creación de tableros personalizados con el nombre del equipo, Product Backlog o “pila de tareas”, To do o “por hacer”, Doing o “se está haciendo”, Done o “finalizado”, espacio para notas o feedbacks después de cada sprint (Gómez, 2020).

## 9.12. Scrumban

(Fuentes et al., 2022) Define esta metodología como un método de transición para mover proyectos desarrollados bajo la metodología Scrum a un nivel más evolucionado, al resultar de una combinación entre Scrum y Kanban, Scrumban enfatiza en aplicar los sistemas y métodos de Kanban en el contexto de Scrum para ampliar sus capacidades y brindar una nueva perspectiva diferente a los equipos de trabajo.

Según (García Rodríguez, 2015) Scrum es una metodología muy estricta y Kanban no estructura la suficiente, por esto plantea que Scrumban es la combinación y punto medio de estas 2 metodologías al implementar la estructura de Scrum y la flexibilidad en la planificación de Kanban dando como resultado una metodología que se adapta a entornos de rápida evolución.

Esta metodología se le conoce como híbrida debido a que se compone tanto de Scrum por su forma de trabajo y de Kanban como método para ver, comprender y mejorar continuamente, (Pacheco Pimentel, Vega Flores, Sánchez Hernández, Pintor Estrada, & Olivares Rojas, 2022) indica que las principales actividades de esta metodología son las expuestas en la **Figura 10**.

**Figura 10: Evolución de Scrumban**



**Fuente:** (Pacheco Pimentel, Vega Flores, Sánchez Hernández, Pintor Estrada, & Olivares Rojas, 2022)

## **10. Metodología**

### **Primer nivel**

#### **10.1. Enfoque, alcance y diseño de la investigación**

**Enfoque:** Se determina realizar de manera cualitativa teniendo en cuenta que la información se va a extraer a partir de una aplicación teórica de diferentes metodologías ágiles, por otra parte, el resultado de la aplicación no se fundamenta en cifras o estadísticas sino en apreciaciones cualitativas basadas en los principios ágiles. Lo anterior se plantea a partir de una comparación en diferentes áreas de conocimiento de un proyecto.

**Diseño de la investigación:** Descriptivo, correlacional y aplicado.

**Alcance:** Aplicación hipotética de las metodologías ágiles en el caso de estudio: Proyecto “Modernización de reguladores de tensión en la central Tequendama” el cual fue trabajado en su momento bajo la aplicación de metodología tradicional del PMBOK.

## 10.2. Definición de Variables

Con el fin de poder estudiar de manera integral los diferentes aspectos de un proyecto, se proponen las siguientes variables, que constituyen partes fundamentales del mismo, de acuerdo con el PMBOK. Estas variables servirán a su vez como categorías, bajo las cuales se podrá desglosar el proyecto y se hará el análisis comparativo y la aplicación hipotética de las metodologías ágiles. Las variables son:

- **Gestión de la integración del proyecto:** área de conocimiento que incluye todos los procesos y actividades necesarios para administrar los procesos de la dirección del proyecto.
- **Gestión del alcance:** área de conocimiento que incluye todo lo que se requiere para ejecutar completamente un proyecto.
- **Gestión del tiempo:** área de conocimiento para ejecutar un proyecto en un plazo establecido.
- **Gestión de costos:** área de conocimiento para ejecutar un proyecto asegurando la adecuada ejecución del presupuesto.
- **Gestión de calidad:** área de conocimiento para ejecutar un proyecto asegurando el cumplimiento de las políticas y/o estándares de calidad definidos.
- **Gestión del recurso humano:** área de conocimiento para ejecutar un proyecto asignando roles para el equipo de trabajo.

- **Gestión de las comunicaciones:** área de conocimiento para ejecutar un proyecto con una comunicación eficaz entre los diferentes involucrados.
- **Gestión del riesgo:** área de conocimiento para ejecutar un proyecto con una adecuada identificación, análisis, planificación y control de los posibles riesgos.
- **Gestión de aprovisionamientos:** área de conocimiento para ejecutar un proyecto con una adecuada gestión de compras de los elementos requeridos para el proyecto a fin de evitar demorar y/o gastos innecesarios.
- **Gestión de partes interesadas (Stakeholders):** área de conocimiento para ejecutar un proyecto involucrando a todos los interesados en las decisiones del proyecto a lo largo del ciclo de vida de este.

Para la medición operacional de las variables indicadas se realiza de manera cualitativa un análisis basado en la comparación hipotética de las metodologías ágiles indicadas en el alcance de la investigación. De manera que, cada área de conocimiento del proyecto se visualice desde varios escenarios y/o alternativas de aplicación.

### **Población y Muestra**

El proyecto escogido como caso de estudio es el de “Modernización de reguladores de tensión de la central Tequendama”. Este es un proyecto de ingeniería desarrollado en una empresa de generación eléctrica con un costo cercano a los 11.000 MCOP. El proyecto fue gestionado por medio de una metodología tradicional y fue considerado un proyecto de alto impacto y complejidad dentro de la empresa. Como principal fuente de información del proyecto, se tiene la documentación provista por la empresa y sus contratistas. Adicionalmente, se plantea una entrevista al gestor del proyecto sobre su perspectiva y opinión general de la ejecución del proyecto. También, se le pregunta sobre su posición frente a la posibilidad de volver a gestionar

el proyecto desde una metodología ágil o implementar en ciertas fases el agilismo. Asimismo, se plantea una entrevista a uno de los ingenieros líderes del desarrollo técnico del proyecto. Ambas personas son empleadas de la empresa de generación y tienen experiencia demostrada en la ejecución de proyectos de gran magnitud dentro de la empresa.

## **Segundo nivel**

Con el fin de poder estructurar de la mejor manera la información y poder dar soporte al posterior análisis, se propone el uso de 3 instrumentos: dos entrevistas y una matriz para la recopilación de la información del proyecto y las aplicaciones teóricas.

En primer lugar, las entrevistas fueron dirigidas al gerente de proyectos del estudio de caso y a uno de los ingenieros líderes del proyecto. Con esta información, se pretende tener un contexto claro de los diversos aspectos de la gerencia del proyecto y del alcance técnico del mismo. A su vez, se pretende conocer el concepto de estas dos personas, acercarse del desempeño del proyecto como una opinión y poder identificar aquellos aspectos a resaltar o a mejorar del proyecto en las diferentes fases del ciclo del proyecto. Esto último será información clave al momento de realizar el análisis de las posibles aplicaciones de las metodologías ágiles especialmente en aquellos puntos del proyecto en los que la metodología tradicional presentó falencias.

De igual forma, con el fin de recopilar la información obtenida de la documentación del proyecto, se elaboró una matriz en la que se recogen las diferentes variables escogidas (áreas de conocimiento). Sí bien la matriz es de elaboración propia, un modelo similar fue propuesto en (Salameh, 2014). También, en la matriz se resumirá las propuestas de aplicación hipotética de las metodologías ágiles para cada una de las áreas de conocimiento del proyecto. Esta matriz

servirá como principal método para exponer los resultados de la investigación. Asociado a esta estarán las conclusiones de cómo se puede mejorar un proyecto de este tipo, desde el punto de vista de la gestión.

Los instrumentos se encuentran como anexos del trabajo.

### **Técnicas de análisis de datos**

El enfoque de esta investigación requiere que los análisis de la información recopilada sean realizados desde la teoría y el análisis del discurso. Por esta razón, se hizo un levantamiento sustancial de las distintas metodologías de gestión de proyectos. Por otra parte, en aras de generar una discusión más allá de lo teórico, se busca que el análisis contenga el punto de vista de personas que trabajaron directamente en el proyecto y tienen un contexto mucho más amplio de lo que fue la ejecución y gestión de este.

### **Validación de metodología de investigación**

Las preguntas planteadas buscan acotar cada área del conocimiento de un proyecto, de manera que a partir del conocimiento del gerente del proyecto se pueda tener un panorama integral de la gerencia del proyecto. Se buscó que su planteamiento no indujera hacia ningún resultado esperado. Por otra parte, los profesionales entrevistados tienen experiencia y conocimiento técnico de la ejecución del proyecto, lo que sirve como garantía sobre la calidad de las respuestas esperadas. De igual forma, las respuestas son contrastadas con la documentación del proyecto facilitado por la empresa.

## 11. Análisis de resultados

Para la recopilación de información se incorporó un resumen de dos de los profesionales vinculados al proyecto, el director del proyecto y el ingeniero líder de desarrollo de este. Para ambos se realizó una encuesta con varias preguntas y se sintetizó de qué manera abordaron el proyecto bajo una metodología tradicional para cada una de las áreas de conocimiento y en comparación como sería abordado desde una metodología adaptativa o ágil de acuerdo con las metodologías planteadas en el marco teórico.

**Tabla 1. Matriz de compilación de comparación de metodologías**

Gestión del área de conocimiento	Enfoque del proyecto desarrollado	Propuesta metodología ágil
<b>Integración</b>	Elaboración de acta de constitución del proyecto. Seguimiento continuo a las áreas de conocimiento durante toda la fase de ejecución. Cierre de proyecto aún continúa pendiente.	Fomentar la adaptación y la mejora continua a medida que se obtiene retroalimentación y se adquiere mayor comprensión del proyecto.
<b>Alcance</b>	El alcance fue definido en las especificaciones técnicas desarrolladas por ingeniería y las áreas HSEQ. A partir de este documento se realiza un desglose del trabajo (WBS)	Este manejo se realiza a través de la creación de un BACKLOG con los requisitos para modernizar un regulador de tensión. Los Elementos del BACKLOG se priorizan y se abordan en iteraciones cortas y sucesivas, permitiendo una mayor flexibilidad de adaptación y requerimientos emergentes.
<b>Tiempo</b>	Definición de un cronograma inicial con los principales hitos.  Seguimiento diario durante etapa de implementación por medio de Curvas S y solicitud de planes de acción para corregir cualquier desviación.	Al desarrollarse un sistema iterativo, se utilizan ciclos de desarrollo cortos, como los sprints en SCRUM, para establecer periodos de tiempos fijos y alcanzar objetivos específicos en cada iteración.

<p><b>Costos</b></p>	<p>Costos fueron definidos en un principio por el área de aprovisionamientos. Por esta razón, el control de costos se realiza por medio del control de horas hombre desde el área de conocimiento del tiempo.</p>	<p>Se realiza una priorización de las funcionalidades o requerimientos más valiosos, esto permite organizar los recursos y los costos al enfocarse en las características esenciales y entregar valor de manera temprana.</p>
<p><b>Calidad</b></p>	<p>Los requerimientos de calidad fueron establecidos en las especificaciones técnicas del proyecto, a partir de esto se elabora un plan de calidad. Parte del plan de calidad contempla el seguimiento de las actividades desarrolladas por el contratista.</p>	<p>Se implementan prácticas de pruebas continuas, la retroalimentación frecuente de los usuarios y stakeholders, para una mejora continua y la adaptación a medida que se obtienen nuevos conocimientos y se descubren problemas de calidad</p>
<p><b>Recurso Humano</b></p>	<p>De acuerdo con la documentación, se estableció un organigrama con las respectivas funciones esperadas de cada líder y de su respectivo equipo.</p>	<p>Dar protagonismo al equipo del proyecto.</p> <p>Adaptación ágil a los cambios que se deriven.</p> <p>Reconocer el trabajo y el esfuerzo de las personas.</p>
<p><b>Comunicaciones</b></p>	<p>Con base en la creación de la matriz de influencia e interés, se establecieron las estrategias de comunicación. Desde la etapa de planeación se definió el canal de comunicación.</p> <p>Durante la etapa de implementación, se realizaron reuniones diarias de seguimiento y planeación de actividades.</p>	<p>Reducir pasos o etapas para transmitir la información.</p> <p>Realizar reuniones puntuales con las personas necesarias.</p> <p>Enfoque Minimalista en la generación de la documentación.</p> <p>Revisión de Sprint.</p>
<p><b>Riesgo</b></p>	<p>El control de riesgos se realiza por medio del aseguramiento del cumplimiento de los estándares HSEQ de Enel. De igual forma, se tiene un profesional HSEQ en sitio para controlar cualquier riesgo que se pueda presentar.</p> <p>Control de riesgos preventivo diario por medio del diligenciamiento de los formatos "Análisis de Riesgo por Oficio"</p>	<p>Enfoque de entregas iterativas e incremental con retroalimentación por parte del cliente para minimizar los riesgos.</p> <p>Pensamiento proactivo sobre los riesgos y oportunidades evaluando sus impactos y dirigiendo los esfuerzos a su control.</p>

<p><b>Aprovisionamientos</b></p>	<p>La actividad es realizada por un área específica de Enel. El PM hace seguimiento y aseguramiento de cumplimiento de tiempos establecidos.</p>	<p>Reacción efectiva a las solicitudes del proyecto.</p> <p>Generación de estrategias organizativas para la adecuada gestión de compras mediante buenas relaciones con las partes interesadas.</p> <p>Negociación de contratos en colaboración para obtener buenos valores.</p>
<p><b>Partes interesadas</b></p>	<p>Se establece una estrategia de comunicación y gestión de las partes interesadas a partir la elaboración las matrices de Poder/Interés e Influencia/Impacto.</p>	<p>Realizar una adecuada identificación de las partes a través de una red de interés y poder frente al proyecto para así determinar que comunicarles y con qué nivel de frecuencia.</p>

**Fuente: Elaboración Propia**

En este análisis, se explorarán la gestión de la integración del proyecto, el alcance, el tiempo, los costos, la calidad, el recurso humano, las comunicaciones, el riesgo, los aprovisionamientos y las partes interesadas (stakeholders). Para cada una de las áreas de conocimiento se sintetizará una comparativa resumida entre las dos metodologías de gestión de proyectos, como se aplicó al proyecto en cuestión y si se pudo mejorar el desarrollo de cada área implementando una metodología adaptativa.

Gestión de la integración del proyecto: La gestión de la integración del proyecto se enfoca en coordinar y unificar todos los elementos del proyecto. En las metodologías ágiles, se promueve la colaboración continua entre los miembros del equipo y los stakeholders para garantizar una mayor flexibilidad y adaptación a medida que se desarrolla el proyecto. Por otro lado, las metodologías tradicionales, como la cascada, tienden a seguir una secuencia rígida de fases, lo que puede limitar la adaptación a cambios y dificultar la integración de nuevos requisitos.

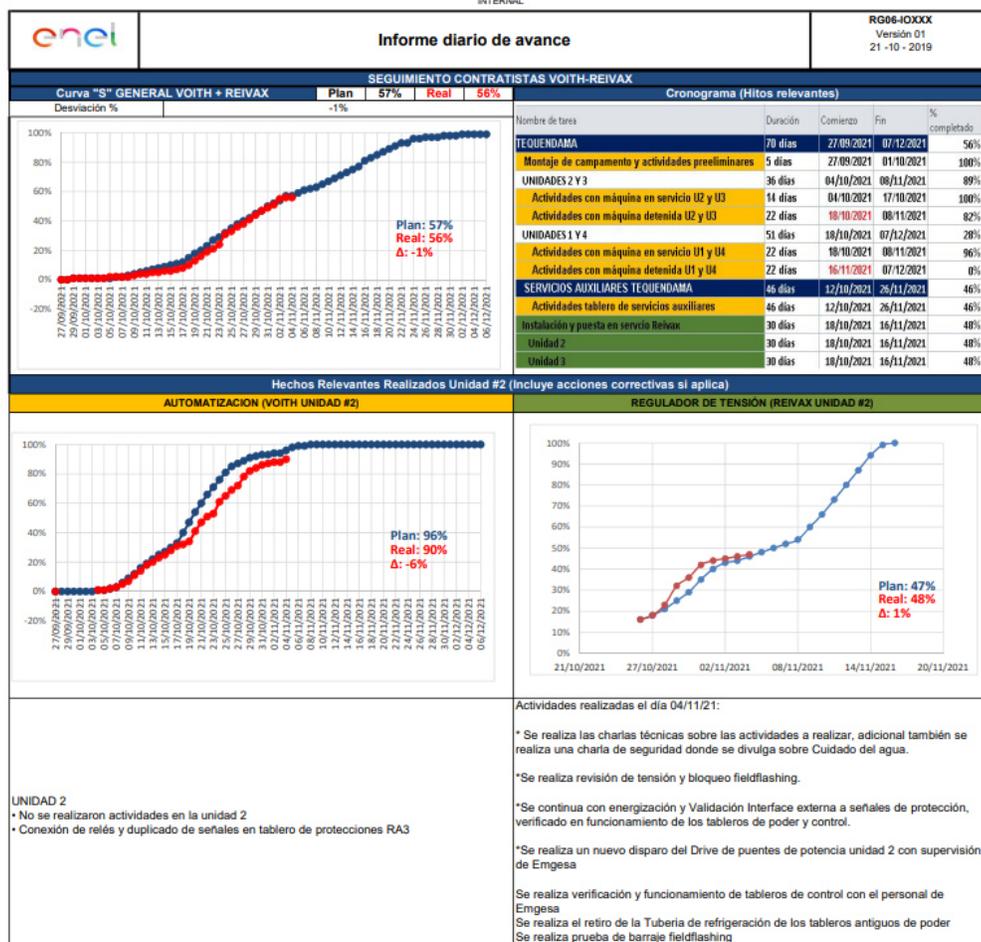
En este caso la integración se gestionó por medio de una documentación inicial y una comunicación constante entre todas las áreas, incluso con aquellas que no fueron gestionadas directamente por el gestor del proyecto. No hubo necesidad de grandes cambios durante la ejecución, por lo que la integración no representó un reto que requiriera de una adopción ágil.

**Gestión del alcance:** La gestión del alcance implica definir y controlar los límites del proyecto. Las metodologías ágiles son ideales cuando el alcance del proyecto no está completamente claro al principio, ya que permiten un enfoque iterativo e incremental. Esto significa que el alcance puede evolucionar a medida que se obtienen nuevos conocimientos y se recopilan comentarios de los stakeholders. En contraste, las metodologías tradicionales se basan en un enfoque de alcance definido y rígido desde el principio, lo que es más apropiado cuando los objetivos y requisitos del proyecto están bien establecidos desde el inicio. Es claro entonces que para la gestión del alcance un acercamiento ágil no sería completamente conveniente para un proyecto en el que el alcance es determinado desde las especificaciones técnicas definidas por el área de ingeniería.

**Gestión del tiempo:** La gestión del tiempo es esencial para garantizar que el proyecto se complete dentro de los plazos establecidos. Las metodologías ágiles, como Scrum, utilizan iteraciones cortas y frecuentes, lo que permite una mayor flexibilidad en la programación de tareas y la adaptación a cambios en las prioridades. Por otro lado, las metodologías tradicionales, dependen de una secuencia lineal de tareas y un cronograma detallado desde el inicio, lo que puede resultar menos flexible cuando surgen cambios o retrasos. De acuerdo con lo expuesto por el gerente de proyectos se presentaron inconvenientes en la etapa de revisión de ingeniería de detalle. En esta etapa del proyecto sería conveniente plantear la posibilidad de abordar el desarrollo de estas actividades bajo el agilismo. Ahora bien, es importante aclarar que no sería posible continuar con una metodología ágil para la etapa de implementación donde, como lo

señala el gerente de proyectos, “se requiere saber con exactitud los tiempos que toman las actividades a desarrollar, puesto que representan tiempos de indisponibilidad en la generación de energía”. Durante la implementación en sitio es necesario aumentar el seguimiento de las actividades y se debe seguir el cronograma previsto. A partir de esto es claro que, para un proyecto en una central de generación, la etapa de implementación debe ser abordado con una metodología tradicional. En la Figura 11 se muestra la principal herramienta usada para el seguimiento de ejecución del proyecto en la etapa de implementación con respecto al a la ejecución programada, mostrando unos porcentajes de avance y retraso.

**Figura 11. Informe diario de avance. Curva S de seguimiento**



**Fuente. Elaboración propia de la documentación del proyecto.**

Gestión de costos: La gestión de costos implica estimar, presupuestar y controlar los gastos del proyecto. Las metodologías ágiles suelen tener un enfoque más adaptativo y pragmático en relación con los costos. Se priorizan las características y funcionalidades de mayor valor, lo que permite gestionar los costos de manera más efectiva. En contraste, la metodología con la que fue abordada el proyecto se basa en una planificación y presupuestación detallada desde el inicio realizada por el área de aprovisionamientos de Enel. Debido a esto, el control de los costos de este proyecto consistió en el control del tiempo del contratista. Bajo esta premisa, la gestión de los costos para este proyecto puede ser abordada de la misma manera que se realizó la gestión del tiempo.

Gestión de calidad: La gestión de la calidad se centra en garantizar que los productos o servicios entregados cumplan con los estándares y requisitos establecidos. Las metodologías ágiles promueven la calidad a través de prácticas como las pruebas continuas y la retroalimentación frecuente de los stakeholders. Se busca una mejora continua y la adaptación a medida que se obtienen nuevos conocimientos. Por otro lado, las metodologías tradicionales suelen incluir una fase de control de calidad más formalizada al final del proyecto, lo que puede resultar más adecuado cuando los estándares de calidad están bien definidos desde el inicio. Sin embargo, para el proyecto en cuestión se decidió hacer un seguimiento continuo, como parte de los estándares HSEQ definidos por la empresa. Lo anterior significa que un acercamiento ágil para el control de calidad es factible, e incluso es cercano a la metodología que fue utilizada en el proyecto.

Gestión del recurso humano: La gestión del recurso humano se refiere a la asignación y coordinación efectiva de los miembros del equipo del proyecto. Las metodologías ágiles promueven la colaboración, la comunicación abierta y la autoorganización del equipo, lo que fomenta la motivación y la creatividad. Estas metodologías son especialmente beneficiosas

cuando se requiere un enfoque multidisciplinario y la participación activa de los miembros del equipo en la toma de decisiones. En contraparte, la metodología planteada se basó en una estructura jerárquica definida, donde los roles y responsabilidades están claramente establecidos desde el principio en un organigrama. De acuerdo con el gerente del proyecto, las interacciones y funciones del recurso humano deben estar definidas desde un principio, por lo que pensar en un acercamiento híbrido de la gestión del recurso humano podría llegar a ser confuso para los equipos y contraproducente.

**Gestión de las comunicaciones:** La gestión de las comunicaciones implica establecer canales eficientes para compartir información y mantener a todos los stakeholders informados sobre el progreso del proyecto. Las metodologías ágiles enfatizan la comunicación continua y cercana con los stakeholders, lo que fomenta una mayor transparencia y facilita la adaptación a medida que se obtiene retroalimentación. Por el contrario, el proyecto en cuestión plantea un enfoque más formal y estructurado de las comunicaciones. Esto con el fin de gestionar una planificación y documentación detallada de la comunicación desde el inicio. De acuerdo con lo expresado por el ingeniero esto fue un punto a favor en la gerencia del proyecto, por esta razón se considera conveniente conservar la metodología utilizada.

**Gestión del riesgo:** La gestión del riesgo implica identificar, analizar y responder a los riesgos que podrían afectar el éxito del proyecto. Las metodologías ágiles suelen abordar los riesgos de manera iterativa y adaptativa, lo que permite una mayor flexibilidad en la respuesta a los problemas que surgen durante el proyecto. Se fomenta la detección temprana de riesgos y la implementación de medidas correctivas rápidas. Por otro lado, las metodologías tradicionales a menudo incluyen una fase de gestión de riesgos más formalizada al principio del proyecto, lo que puede ser más adecuado cuando se requiere una identificación y planificación exhaustiva de los riesgos desde el inicio. Para el caso del proyecto en cuestión, no solo se valió de una fase de

gestión inicial, sino que también implementó un seguimiento constante de los riesgos, especialmente durante la etapa de implementación.

**Gestión de aprovisionamientos:** La gestión de aprovisionamientos se refiere a la adquisición y gestión de recursos y proveedores externos necesarios para el proyecto. Las metodologías ágiles suelen permitir una mayor flexibilidad en la gestión de aprovisionamientos, ya que se pueden adaptar y ajustar los requisitos y proveedores a medida que avanza el proyecto. Por otro lado, el proyecto incluyó una fase de planificación y contratación más detallada al principio del proyecto, de manera que los aprovisionamientos fueran especificados y fijados desde el inicio. Esto fue necesario para poder cumplir con todos los requerimientos de las especificaciones técnicas. Teniendo en cuenta lo anterior, no sería viable una flexibilización de los equipos requeridos para llevar a cabo el proyecto.

**Gestión de partes interesadas (Stakeholders):** La gestión de las partes interesadas implica identificar, involucrar y gestionar a las personas o entidades que tienen un interés en el proyecto. Las metodologías ágiles promueven la participación de los stakeholders a lo largo del proyecto, fomentando la retroalimentación continua y la adaptación a medida que se obtienen nuevos conocimientos. En contraste, la metodología utilizada tuvo una interacción menos frecuente con los stakeholders, con una mayor dependencia de informes y revisiones formales establecidas desde el inicio a partir de la creación de las matrices de Poder/Interés e Influencia/Impacto. Esto se debe principalmente al tamaño de la empresa y de la magnitud del proyecto, así como el impacto en la generación de energía.

En resumen, las metodologías ágiles se adaptan mejor a proyectos de diseño o aquellos en los que no se tiene claro el resultado final. Su enfoque iterativo e incremental, la flexibilidad para adaptarse a cambios y la colaboración activa con los stakeholders son ventajas clave en

estos escenarios. Sin embargo, debido a las características y el contexto de este proyecto, las áreas del conocimiento de gestión en integración, alcance, recurso humano, comunicaciones aprovisionamientos y partes interesadas no son viables para ser gestionadas desde una perspectiva ágil.

La elección de una metodología tradicional es debido principalmente a que el resultado final está claramente definido desde el inicio. Su enfoque secuencial, la planificación detallada y la formalización de procesos resulta beneficioso cuando se requiere una ejecución más estructurada y predecible.

Ahora bien, a partir de lo expuesto por el gerente de proyectos, es factible pensar en un acercamiento parcial de metodologías ágiles, para las áreas del conocimiento donde se pueda tener flexibilidad en los tiempos/costos y en donde sea necesario un seguimiento frecuente en términos de calidad y riesgos. Esto resulta adecuado especialmente en la fase previa a la implementación del proyecto, donde se realizan actividades que no indisponen las unidades de generación.

Es importante tener en cuenta que la elección de la metodología de gestión de proyectos dependerá del contexto específico y de las características y requisitos del proyecto en cuestión. No existe una solución única, y puede ser beneficioso combinar elementos de ambas metodologías o adoptar un enfoque híbrido para maximizar los resultados del proyecto.

## 12. Conclusiones

Las metodologías ágiles son más adecuadas para proyectos de diseño o cuando no se tiene claro el resultado final. Su enfoque iterativo e incremental permite adaptarse a medida que se obtienen nuevos conocimientos y retroalimentación de los stakeholders. La colaboración continua y la flexibilidad en la gestión del alcance, el tiempo, los costos y la calidad son características beneficiosas en estos escenarios.

Por otro lado, las metodologías tradicionales se adaptan mejor a proyectos en los que se tiene definido el resultado final desde el inicio. Su enfoque secuencial y planificado, con una estructura jerárquica más definida, es más apropiado cuando los objetivos y requisitos del proyecto están claramente establecidos y no se esperan cambios significativos a lo largo del proceso.

La elección de la metodología de gestión de proyectos dependerá del contexto específico y de las características del proyecto. No existe una única solución que se ajuste a todos los casos, por lo que puede ser beneficioso adoptar un enfoque híbrido o combinar elementos de ambas metodologías. La clave está en comprender las fortalezas y debilidades de cada enfoque y adaptarlo a las necesidades y particularidades del proyecto en cuestión.

Por otra parte, a pesar de la complejidad de un proyecto de esta envergadura, se puede plantear la posibilidad de ser desarrollados bajo metodologías tradicionales y también ágiles. Para la modernización de reguladores de tensión, durante la estructuración al requerirse especificaciones técnicas y contar con todo claro se puede realizar bajo metodología tradicional y en la parte del desarrollo de la ingeniería se puede aplicar metodologías ágiles tales como Scrum o Kanban, trayendo consigo mejora en tiempos, flexibilidad.

Aunque el proyecto de estudio fue desarrollado teóricamente con base en la metodología tradicional y tipo PMBOK, este no fue gestionado de forma completa por este tipo de metodología, ya que un proyecto al ser desarrollado bajo metodología PMBOK debe implementar y gestionar en su totalidad varios componentes, entregables y anexos fundamentales para cumplir dicha metodología; por el contrario, el proyecto de estudio únicamente estableció un modelo tipo cascada como modelo de gestión y no la totalidad que comprende el PMBOK.

### 13. Bibliografía

Ambler, S. W., & Lines, M. (2012). *Disciplined Agile Delivery*. Boston: IBM Press.

Bautista-Villegas, E. (25 de Enero de 2022). Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel. *Revista Amazonía Digital*.

Certiprof. (2022). *Certiprof*. Obtenido de Professional Knowledge : <https://certiprof.com/pages/certiprof-agile-adoption-report-2022>

Che Esquerre, A. A., & Clavijo Colona, J. E. (31 de 07 de 2020). *Desarrollo de software basado en Lean Software Development y Scrum para la gestión de empleabilidad de personal en el sector minero*. Trujillo, Peru.

Del castillo Guevara, J., & Torres Ponjuan, D. (2022). *Metodología para especificar requisitos de gestión documental desde la ingeniería de requisitos*. La Habana, Cuba.

Figuroa, R., & Solis, C. (2008). *Metodologías tradicionales vs. Metodologías ágiles*. Quito.

Fonturbel Mediavilla, C. (2023). *Desarrollo de una metodología d trabajo para la direccion de grupos de investigacion en universidades*. Valladolid, España.

Fuentes del Burgo, J., & Perez, S. (2022). *Comparative analysis of the board tool in the agile methodologies scrum, kanban and scrumban in software projects*. In *26 th International Congress on Project Management and Engineering Terrassa*. Real España.

Garcia Rodriguez, M. J. (2015). Estudio comparativo entre las metodologías ágiles y las metodologías tradicionales para la gestión de proyectos de software.

García Rodriguez, M. J. (2015). *Estudio comparativo entre las metodologías ágiles y las metodologías tradicionales para la gestión de proyectos de software*. Oviedo.

Gómez, S. M. (2020). Aplicación de las Metodologías Ágiles al proceso de enseñanzaaprendizaje. *Revista d'Innovació Docent Universitària*, págs. 62-73.

Hadida, S., & Troilo, F. (2020). La agilidad en las organizaciones: Trabajo comparativo entre metodologías ágiles y de cascada en un contexto de ambigüedad y transformación digital. *ECONSTOR*.

Ibrahim, M., Aftab, S., Bakhtawar, B., & Ahmad, M. (2020). Exploring the Agile Family: A Survey. *International Journal of Computer Science and Network Security*, VOL.20 No.10, 163-179.

IEEE, C. S. (2005). *SWEBOK*.

IPMA, I. P. (2020). *Individual Competence Baseline ICB*.

Lara, C., & Figueroa, L. (Julio de 2020). Metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles educativas. Argentina.

Mariño, S., & Alfonso, P. (2019). *Las áreas de conocimiento SWEBOK en producciones de graduación*. Buenos Aires, Argentina.

Martinez Padua, J. V., Quitian Monroy, J. S., & Castiblanco Jimenez, I. A. (2022). *Caracterización y comparación de metodologías ágiles y tradicionales de desarrollo de producto*. Bogota: Neogranadina.

Muñoz, M., Mejia, J., & Corona, B. (2016). Hacia la evaluación de la implementación y uso de metodologías ágiles en las pymes: Un análisis de herramientas de evaluación de metodologías ágiles. *International Journal of Systems and Software Engineering for Big Companies*, 75-82.

Navarro Cadavid, A., Fernandez Martinez, J. D., & Morales Velez, J. (2013). *Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software A review of agile methodologies for software development*. Cali.

Pacheco Pimentel, A. M., Vega Flores, D. Y., Sánchez Hernández, D. Z., Pintor Estrada, M. A., & Olivares Rojas, D. C. (2022). Propuesta Metodológica para el Desarrollo Ecológico de Software. *Academia Journals 2022*, 1173-1180.

Perez Lopez, M. D. (2014). *Case (o estudio de viabilidad), el cual se va revisando durante la ejecución del proyecto*. Bogotá.

PMI. (2023). *Disciplined Agile® Delivery (DAD)*. Obtenido de Project Management Institute:  
<https://www.pmi.org/disciplined-agile/process/introduction-to-dad>

PMI, P. M. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*.  
Newtown Square, Pennsylvania.

Riaño Nossa, N. D. (2021). *Estudio comparativo de metodologías tradicionales y ágiles aplicadas en la gestión de proyectos*. Bucaramanga.

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, 52-74*.

Sánchez Morales, L. N. (2020). Desarrollo de software multi-dominio a partir de patrones de diseño de interfaces de usuario usando técnicas de inteligencia artificial .

Solis, C., & Figueroa, R. (2016). Metodologías Tradicionales vs Metodologías Ágiles. *Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ciencias en Computación*.

*Tutorials Point*. (2023). Obtenido de  
[https://www.tutorialspoint.com/adaptive\\_software\\_development/adaptive\\_software\\_development\\_practices.htm](https://www.tutorialspoint.com/adaptive_software_development/adaptive_software_development_practices.htm)

Valencia, I. T. (Noviembre de 2020). Estudio comparativo entre metodologías tradicionales y metodologías ágiles aplicadas a proyectos IT en entorno industrial. Pamplona, España.

Vila Grau, J. L., & Capuz Rizo, S. (2020). Análisis del impacto de la Agilidad sobre los modelos de gestión de proyectos PMBoK, PRINCE2 e IPMA. *24th International Congress on Project Management and Engineering*.

Yadav, K., & Yasvi, M. (2019). In International Conference on Robotics, Smart Technology and Electronics. *Review On Extreme Programming-XP*. India

## **14. Anexos**

## **ENTREVISTA REALIZADA AL INGENIERO LIDER EN CAMPO DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGULADORES DE TENSIÓN DE LA CENTRAL TEQUENDAMA**

- **¿Nos puede contar más acerca de usted? Experiencia.**

Hola buenas tardes, mi nombre es David Caro y soy ingeniero eléctrico e ingeniero electrónico de profesión. Trabajo como ingeniero de mantenimiento en las centrales del Río Bogotá desde el 2019. En relación con el proyecto de modernización de reguladores de tensión, yo realicé las especificaciones técnicas y estuve presente durante la implementación del proyecto.

- **¿Nos puede contar más acerca del proyecto y su alcance técnico?**

Sí, claro. El regulador de tensión de un generador controla el voltaje a la salida del generador, por medio de la corriente que le llega al rotor. En últimas esto controla la potencia reactiva del generador. Los sistemas que existían anteriormente presentaban muchos fallos por desgaste de los equipos, igualmente la tecnología utilizada era obsoleta e incompatible en términos de comunicación industrial. El proyecto consistió en un cambio por completo de la parte de control y potencia de cuatro reguladores de tensión de los cuatro generadores de la central Tequendama. En total fue un proyecto de unos 2.5 millones de Euros.

- **¿Nos puede contar más acerca de su función como ingeniero líder en campo del proyecto?**

Como ingeniero en campo, me aseguré de que la implementación de los trabajos estuviera de acuerdo con el alcance establecido en las especificaciones técnicas. Esto significó un constante seguimiento a la ejecución de los trabajos realizados por el contratista y un reporte diario de las actividades al gerente de proyectos.

- **En términos generales, ¿cómo considera que fue el desempeño del proyecto?**

Fue bastante bueno. Los nuevos sistemas operan hoy en día sin inconvenientes y la calidad de la instalación es notable por eso. Hay algunos proyectos que por problemas durante la implementación al año comienzan a fallar. Por otra parte, en la implementación no se tuvieron incidentes de seguridad o ambientales, creo que esto fue el resultado de una buena gestión e implementación del plan de calidad.

- **¿Se tuvieron dificultades técnicas o logísticas durante las diferentes etapas del proyecto?**

Sí, eso es común en todos los proyectos. Siempre hay contratiempos de algún tipo. En este caso fue en el suministro de los equipos por parte del contratista. Los tiempos de entrega se vieron alterados por la pandemia. Esperábamos recibir los equipos en los meses de mayo y terminaron llegando en septiembre, afortunadamente esto no afectó los tiempos de ejecución. También, considero que el tiempo destinado a revisar la ingeniería de detalle fue más de lo esperado.

- **¿Qué destaca de la gestión del proyecto?**

Destaco las comunicaciones realizadas y el seguimiento que se le hizo a los tiempos por parte de la gerencia del proyecto. En Enel todos los proyectos de gran impacto son monitoreados por medio de curvas S, generadas a partir de una línea base de tiempos en la planificación del proyecto.

## **ENTREVISTA REALIZADA AL INGENIERO LIDER EN CAMPO DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGULADORES DE TENSIÓN DE LA CENTRAL TEQUENDAMA**

- **¿Nos puede contar más acerca de usted? Experiencia.**

Hola buenas tardes, mi nombre es David Caro y soy ingeniero eléctrico e ingeniero electrónico de profesión. Trabajo como ingeniero de mantenimiento en las centrales del Río Bogotá desde el 2019. En relación con el proyecto de modernización de reguladores de tensión, yo realicé las especificaciones técnicas y estuve presente durante la implementación del proyecto.

- **¿Nos puede contar más acerca del proyecto y su alcance técnico?**

Sí, claro. El regulador de tensión de un generador controla el voltaje a la salida del generador, por medio de la corriente que le llega al rotor. En últimas esto controla la potencia reactiva del generador. Los sistemas que existían anteriormente presentaban muchos fallos por desgaste de los equipos, igualmente la tecnología utilizada era obsoleta e incompatible en términos de comunicación industrial. El proyecto consistió en un cambio por completo de la parte de control y potencia de cuatro reguladores de tensión de los cuatro generadores de la central Tequendama. En total fue un proyecto de unos 2.5 millones de Euros.

- **¿Nos puede contar más acerca de su función como ingeniero líder en campo del proyecto?**

Como ingeniero en campo, me aseguré de que la implementación de los trabajos estuviera de acuerdo con el alcance establecido en las especificaciones técnicas. Esto significó un constante seguimiento a la ejecución de los trabajos realizados por el contratista y un reporte diario de las actividades al gerente de proyectos.

- **En términos generales, ¿cómo considera que fue el desempeño del proyecto?**

Fue bastante bueno. Los nuevos sistemas operan hoy en día sin inconvenientes y la calidad de la instalación es notable por eso. Hay algunos proyectos que por problemas durante la implementación al año comienzan a fallar. Por otra parte, en la implementación no se tuvieron incidentes de seguridad o ambientales, creo que esto fue el resultado de una buena gestión e implementación del plan de calidad.

- **¿Se tuvieron dificultades técnicas o logísticas durante las diferentes etapas del proyecto?**

Sí, eso es común en todos los proyectos. Siempre hay contratiempos de algún tipo. En este caso fue en el suministro de los equipos por parte del contratista. Los tiempos de entrega se vieron alterados por la pandemia. Esperábamos recibir los equipos en los meses de mayo y terminaron llegando en septiembre, afortunadamente esto no afectó los tiempos de ejecución. También, considero que el tiempo destinado a revisar la ingeniería de detalle fue más de lo esperado.

- **¿Qué destaca de la gestión del proyecto?**

Destaco las comunicaciones realizadas y el seguimiento que se le hizo a los tiempos por parte de la gerencia del proyecto. En Enel todos los proyectos de gran impacto son monitoreados por medio de curvas S, generadas a partir de una línea base de tiempos en la planificación del proyecto.

## **ENTREVISTA REALIZADA GERENTE DE PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGULADORES DE TENSIÓN DE LA CENTRAL TEQUENDAMA**

- **¿Nos puede contar más acerca de usted? Experiencia.**

Buenas tardes, mi nombre es Andrés Cortés y soy profesional en el área de Central Maintenance. Esta área se encarga de hacer una gerencia de proyectos de gran envergadura dentro de las centrales de generación en Colombia y Centro América del grupo Enel Colombia. He trabajado en esta área por más de 7 años, soy administrador de empresas de profesión y tengo una especialización en gerencia de logística. Durante los años 2019 hasta el año 2022 fui participe del proyecto de la modernización de los reguladores de tensión de la central Tequendama como gerente de proyecto.

- **¿Nos puede contar más acerca del proyecto y su relevancia dentro de la empresa?**

Este proyecto surgió como una necesidad de la central, debido a las fallas concurrentes que se estaban presentando, repercutiendo en la confiabilidad de la generación. El sistema había alcanzado un punto de obsolescencia que estaba afectando la consecución de repuestos y un soporte técnico nulo por parte del fabricante. En ese sentido se vio necesario la modernización.

- **¿Nos puede contar más acerca de su función como gerente de proyecto?**

Básicamente, mi labor como gerente de proyecto se ha centrado en dos puntos en particular con este proyecto:

Desde que la central estableció la necesidad de implementar el proyecto, comencé con la planificación del proyecto. Es decir, a partir de un alcance determinado por la parte técnica, establecí un cronograma de trabajo en conjunto con todos los involucrados, principalmente las áreas de mantenimiento, operación, HSEQ, contratistas y planeación de la generación.

Durante todo el proyecto realicé un seguimiento constante a todos los avances para controlar cualquier desviación que se pudo haber generado. De igual forma, fue un constante monitoreo y gestión de todas las partes interesadas con el fin de poder alcanzar los hitos propuestos en términos de alcance, costos, tiempo y comunicaciones.

- **En términos generales, ¿cómo considera que fue el desempeño del proyecto? ¿Qué elementos resalta y qué elementos considera que pudieron haber sido mejores en la gestión y desempeño del proyecto?**

Considero que el desempeño fue bastante bueno, puesto que no hubo contratiempos y el alcance planteado en un inicio fue el producto final entregado. Por otra parte, no hubo ningún incidente relacionado con los estándares HSEQ, que es algo fundamental y prioritario para Enel. Las comunicaciones con las áreas interesadas fueron efectivas, ya que no presentaron interferencias dentro del mismo proyecto. Por otro lado, no se presentaron sobrecostos ni fue necesario una ampliación en monto del proyecto.

Un punto por mejorar fueron los tiempos destinados en el desarrollo de la ingeniería de detalle y en los suministros por parte del proveedor. Esto se debió principalmente a la pandemia, que impidió una revisión en conjunta de manera presencial, así como un incremento en los tiempos de las entregas de los materiales.

- **¿Está familiarizado con el agilismo? ¿Alguna metodología en particular?**

Sí, el agilismo es una manera de gestionar un proyecto en la que se plantean diferentes iteraciones de trabajo con objetivos y entregables cortos. Hemos gestionado proyectos ágiles en diferentes ocasiones en la empresa, por medio de SCRUM.

- **De haber aplicado una metodología ágil, ¿en qué momento lo hubiera hecho o cómo considera que esto hubiera podido impactar el desarrollo del proyecto?**

Durante la implementación en campo hubiera sido muy difícil, debido a que siempre en centrales de generación se requiere saber con exactitud los tiempos que toman las actividades a desarrollar, puesto que representan tiempos de indisponibilidad en la generación de energía. De manera que, considero que un buen momento para pensar en agilismo, hubiera sido en aquellas etapas del proyecto donde los tiempos no eran críticos.

- **¿Cómo defines y gestionas el alcance de tus proyectos para asegurarte de que se cumplan los objetivos establecidos y se eviten desviaciones o cambios no autorizados?**

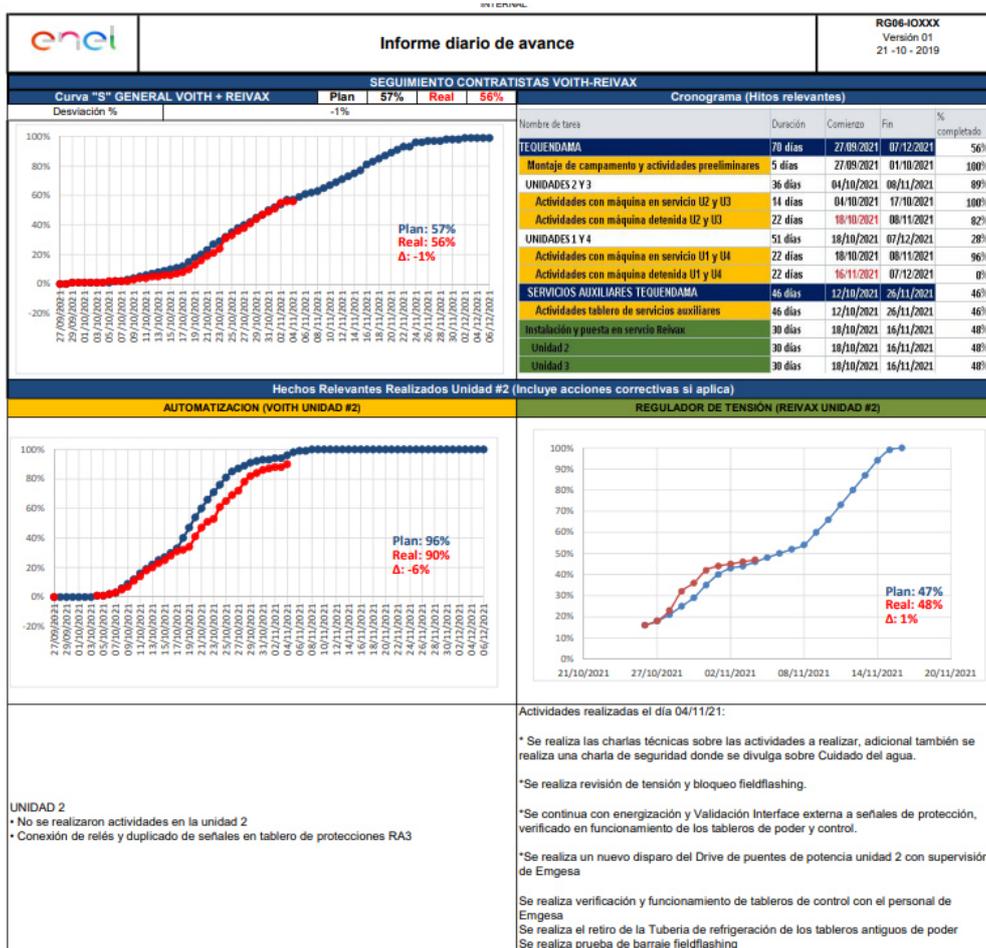
El alcance se presenta a partir de unas especificaciones técnicas desarrolladas por el área de ingeniería y revisadas por el soporte técnico de Enel, así como el área de HSEQ. A partir de estas especificaciones se desarrolló un documento de alcances el cual fue compartido con el contratista. Este documento básicamente presenta un desglose de la estructura del trabajo Posteriormente el alcance fue validado en conjunto con todas las áreas, para asegurar que no se presenten desviaciones.

- **¿Cómo planificas y gestionas el tiempo en tus proyectos para cumplir con los plazos establecidos y mantener un control efectivo sobre el cronograma?**

Con base en el alcance presentado, se generó un cronograma en conjunto con la ingeniería y teniendo en cuenta los tiempos requeridos por el contratista para la fabricación de los equipos. Este aspecto del proyecto fue el que requirió una mayor atención, por la naturaleza de este, que es un proyecto que impide la generación mientras se está implementando.

La principal herramienta para hacer seguimiento es una curva 'S'. Esta es una herramienta en donde se contrastan los tiempos reales vs los programados. A partir de esto, en caso de presentar desviaciones en los tiempos, se solicitaba un plan de acción de emergencia al contratista para corregir los desvíos.

Figura 1. Curva 'S' de seguimiento



- **¿Cómo manejas la gestión de costos en tus proyectos para asegurarte de que se cumplan los presupuestos establecidos y se controlen los gastos?**

La planificación de los costos es realizada por el área de aprovisionamientos, quienes a partir de una memoria de cálculo emitida por la ingeniería realizan una negociación con el contratista para la ejecución del proyecto. En ese sentido, el presupuesto se establece desde un principio y como gerente del proyecto me aseguro de que el proyecto no incurra en sobretiempos por parte del contratista, pues esto significaría que para completar el proyecto se necesitaría ampliar los montos pactados inicialmente.

- **¿Cómo identificas, analizas y gestionas las partes interesadas en tus proyectos para asegurarte de satisfacer sus necesidades y expectativas, y mantener una comunicación efectiva con ellos? ¿Cómo supervisas y aseguras la calidad de la ejecución de la obra bajo tu responsabilidad, y cómo te aseguras de que se cumplan los estándares y requisitos de calidad establecidos?**

Para este proyecto, las áreas interesadas fueron: La gerencia, la operación y el mantenimiento de las centrales, el contratista ejecutor, el operador del sistema (XM), otros contratistas, entre otros. Para lograr una mejor comunicación y gestión de los stakeholders, se desarrolló inicialmente una matriz de interesados, con base en la influencia e interés que tenían cada uno con el correcto desarrollo del proyecto.

Por el lado de la calidad, a partir de los requerimientos del área de HSEQ se solicitó al contratista un plan de calidad, el cual fue evaluado en conjunto con el contratista. Mi participación consistió en conocer los requerimientos y por medio de un aseguramiento de la

calidad de los trabajos., hacer un seguimiento y control del plan de calidad propuesto. De igual forma, con apoyo de la ingeniería y el soporte técnico se asegura el recibimiento a satisfacción de los entregables de los trabajos ejecutados. Por otra parte, en el plan de calidad se establecen los indicadores claves y los hitos principales del proyecto.

- **¿Cómo estableces y mantienes una comunicación efectiva con los diferentes equipos y partes interesadas involucrados en la obra, para asegurar una adecuada coordinación y flujo de información?**

La principal forma para asegurar una correcta comunicación es la definición desde un principio de los canales oficiales de comunicación. De igual forma, a partir de la definición de los principales interesados, se definió la manera en cómo se iba a realizar el acercamiento a cada una de las partes interesadas a lo largo del proyecto.

Durante la fase de implementación, se realizaron de manera diaria reuniones de seguimiento y planeación de actividades en sitio de acuerdo con el cronograma planteado.

- **¿Cómo identificas, evalúas y gestionas los riesgos asociados a la ejecución de la obra bajo tu responsabilidad, y qué medidas tomas para minimizar su impacto en el proyecto?**

El control de riesgos se realiza por medio del aseguramiento de los estándares de HSEQ. En el plan de calidad se establece una matriz de riesgos y sus posibles impactos en caso de materializarse. Bajo ese concepto, como gerente de proyectos y con apoyo del profesional HSEQ en sitio, se controla de manera previa y durante todas las ejecuciones de las actividades. Adicionalmente, Enel tiene formatos y matrices estándar de identificación de riesgos asociados a las actividades.

- **¿Cómo gestionas el aprovisionamiento de materiales, equipos y recursos necesarios para la ejecución de la obra bajo tu responsabilidad, y cómo te aseguras de que se cumplan los plazos y requisitos de calidad en el proceso de aprovisionamiento?**

Los aprovisionamientos son gestionados por un área específica de Enel. Sin embargo, yo realizo una labor de seguimiento y de aseguramiento de cumplimiento de fechas preestablecidas. Durante la ejecución del proyecto, esto fue un tema que afectó los tiempos preestablecidos. Debido a la pandemia, los tiempos de entrega de los equipos se extendieron, de acuerdo con el cronograma establecido. Afortunadamente los tiempos de entrega final no fueron afectados.

- **¿Cómo gestionas la integración de las áreas de conocimiento y los recursos humanos?**

Al principio del proyecto se estableció el acta de constitución del proyecto con la respectiva justificación de la inversión a realizar, el cual tuvo el aval por parte de la gerencia como principal patrocinador del proyecto. Durante la ejecución del proyecto, la integración se garantizó por medio de una supervisión constante de las distintas áreas. Una vez se tuvo un visto bueno por parte de la ingeniería y del soporte técnico se procedió al periodo de garantía. En estos momentos sigue pendiente el cierre del proyecto.

La gestión del recurso humano se da por medio de una definición clara de las funciones y de los rangos desde un principio. En caso de cualquier cambio en la estructura debe ser ampliamente notificado a los interesados.

## Matriz de compilación de comparación de metodologías

Gestión del área de conocimiento	Enfoque del proyecto desarrollado	Propuesta metodología ágil
<b>Integración</b>	Elaboración de acta de constitución del proyecto. Seguimiento continuo a las áreas de conocimiento durante toda la fase de ejecución.  Cierre de proyecto aún continúa pendiente.	Fomentar la adaptación y la mejora continua a medida que se obtiene retroalimentación y se adquiere mayor comprensión del proyecto.
<b>Alcance</b>	El alcance fue definido en las especificaciones técnicas desarrolladas por ingeniería y las áreas HSEQ. A partir de este documento se realiza un desglose del trabajo (WBS)	Este manejo se realiza a través de la creación de un BACKLOG con los requisitos para modernizar un regulador de tensión. Los Elementos del BACKLOG se priorizan y se abordan en iteraciones cortas y sucesivas, permitiendo una mayor flexibilidad de adaptación y requerimientos emergentes.
<b>Tiempo</b>	Definición de un cronograma inicial con los principales hitos.	Al desarrollarse un sistema iterativo, se utilizan ciclos de desarrollo cortos, como los sprints en SCRUM, para establecer periodos de tiempos fijos y alcanzar objetivos específicos en cada iteración.
<b>Costos</b>	Costos fueron definidos en un principio por el área de aprovisionamientos. Por esta razón, el control de costos se realiza por medio del control de horas hombre desde el área de conocimiento del tiempo.	Se realiza una priorización de las funcionalidades o requerimientos más valiosos, esto permite organizar los recursos y los costos al enfocarse en las características esenciales y entregar valor de manera temprana.
<b>Calidad</b>	Los requerimientos de calidad fueron establecidos en las especificaciones técnicas del proyecto, a partir de esto se elabora un plan de calidad. Parte del plan de calidad contempla el seguimiento de las actividades desarrolladas por el contratista.	Se implementan prácticas de pruebas continuas, la retroalimentación frecuente de los usuarios y stakeholders, para una mejora continua y la adaptación a medida que se obtienen nuevos conocimientos y se descubren problemas de calidad
<b>Recurso Humano</b>	De acuerdo con la documentación, se estableció un organigrama con las respectivas funciones esperadas de cada líder y de su respectivo equipo.	Dar protagonismo al equipo del proyecto.  Adaptación ágil a los cambios que se derivan.
<b>Comunicaciones</b>	Con base en la creación de la matriz de influencia e interés, se establecieron las estrategias de comunicación. Desde la etapa de planeación se definió el canal de comunicación.  Durante la etapa de implementación, se realizaron reuniones diarias de seguimiento y planeación de actividades.	Reconocer el trabajo y el esfuerzo de las personas.  Reducir pasos o etapas para transmitir la información.  Realizar reuniones puntuales con las personas necesarias.  Enfoque Minimalista en la generación de la documentación.  Revisión de Sprint.
<b>Riesgo</b>	El control de riesgos se realiza por medio del aseguramiento del cumplimiento de los estándares HSEQ de Enel. De igual forma, se tiene un profesional HSEQ en sitio para controlar cualquier riesgo que se pueda presentar.  Control de riesgos preventivo diario por medio del diligenciamiento de los formatos "Análisis de Riesgo por Oficio"	Enfoque de entregas iterativas e incremental con retroalimentación por parte del cliente para minimizar los riesgos.  Pensamiento proactivo sobre los riesgos y oportunidades evaluando sus impactos y dirigiendo los esfuerzos a su control.
<b>Aprovisionamientos</b>	La actividad es realizada por un área específica de Enel. El PM hace seguimiento y aseguramiento de cumplimiento de tiempos establecidos.	Reacción efectiva a las solicitudes del proyecto.  Generación de estrategias organizativas para la adecuada gestión de compras mediante buenas relaciones con las partes interesadas.
<b>Partes interesadas</b>	Se establece una estrategia de comunicación y gestión de las partes interesadas a partir la elaboración las matrices de Poder/Interés e Influencia/Impacto.	Negociación de contratos en colaboración para obtener buenos valores.  Realizar una adecuada identificación de las partes a través de una red de interés y poder frente al proyecto para así determinar que comunicarlos y con que nivel de frecuencia.

**Fuente: Elaboración Propia**