



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Edificació
de Barcelona

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSTRUCCIÓN AVANZADA EN EDIFICACIÓN TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

COMO TRANSFORMAR LA CONSTRUCCIÓN APLICANDO PROJECT MANAGEMENT – (*AN OVERVIEW TOWARDS ADVANCED CONSTRUCTION*)

Proyectista: Juan Antonio Castro Fernández

Director/es: Dr. Laia Haurie Ibarra – Sergio Velásquez Correa

Convocatoria: Ordinaria

INDICE DE CONTENIDO

Capítulo 1 – Introducción	7
1.1. Introducción	7
1.2. Justificación	7
1.3. Alcance	8
1.4. Objetivo	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivo específico	8
Capítulo 2 – Literatura analizada – Conceptos clave	9
2.1 Project Management en el sector AECO – Casos de estudio	9
2.1.1 Autodesk AEC Headquarters – Integrated Project delivery	9
2.1.2 Modelling the Last Planner System Metrics	9
2.2.3 Post Occupancy Evaluation of School Refurbishment Projects	9
2.2.4 Development of Systems Dynamics for KPIs to Assist Project Managers’ Decision-Making Processes	9
2.2.5 Effective Risk Management in Innovative Projects	9
2.2 Teoría y conceptos clave	10
2.2.1 Lean Construction	10
2.2.2 Last planner system	11
2.2.3 Risk Management	12
2.2.4 Integrated project delivery	12
2.2.5 Key performance index	12
2.2.6 Lessons learned	12
Capítulo 3 – Análisis del sector	13
3.1 Análisis del sector	13
3.1.1 Los pasos hacia la transformación	13
3.1.2 Los retos a los que se enfrenta	14
3.1.3 Los beneficios de la transformación	17

3.2 Hallazgos en proyectos ejecutados	18
3.2.1 Metodología PMI	18
3.2.2 Ciclos de vida de los proyectos	19
3.2.3 Grupos de procesos y Áreas de conocimiento	19
3.2.4 Proyectos analizados	23
3.2.5 Resultados del análisis	24
Capítulo 4 – Propuestas de mejora	30
4.1 Madurez de la organización	30
4.1.1 Niveles de madurez de la organización	30
4.1.2 Identificación del nivel de madurez	31
4.1.3 Hoja de Ruta – Propuesta de mejora	32
4.1.4 Beneficios de alcanzar un nivel de madurez	33
4.2 Formulación del Proyecto	34
4.2.1 Acta de constitución del proyecto	34
4.2.2 Identificación de interesados	35
4.3 Plan de gestión del proyecto y planes subsidiarios	36
4.3.1 Lista de hitos de control (Milestones)	37
4.3.2 Reuniones de seguimiento y formatos	38
4.3.3 Evaluación del desempeño del proyecto	38
4.3.4 Líneas base	40
4.3.5 Umbrales de control	40
4.3.6 Plan de gestión de cambios	40
4.3.7 Aceptación de entregables	41
4.3.8 Registro de lecciones aprendidas	41
4.3.9 Aprobación del Plan de dirección del proyecto	44
4.4 Plan de gestión del alcance	44
4.4.1 Recolección de requisitos	44

4.4.2 Técnicas y herramientas a utilizar	44
4.4.3 Creación de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)	46
4.4.4 Diccionario de la Estructura de Desglose de Trabajo	47
4.4.5 Identificación y clasificación de los cambios del proyecto	47
4.4.6 Solicitud de cambio	49
4.4.7 Procedimiento de control de cambios	50
4.4.8 Registro de cambios	51
4.5 Plan de gestión del cronograma	53
4.5.1 Last planner system	53
4.5.2 Control del cronograma	55
4.6 Plan de gestión de costes	58
4.6.1 Herramientas	58
4.6.2 Estimaciones de costos	59
4.6.3 Control del costo	60
4.6.4 Informe de rendimiento	61
4.7 Plan de gestión de calidad	64
4.7.1 Equipo de gestión de calidad	64
4.7.2 Procesos de la gestión de calidad	65
4.7.2.1 Planificar la calidad	66
4.7.2.2. Aseguramiento de la calidad	68
4.7.2.3 Control de la calidad	68
4.8 Plan de gestión de los interesados	69
4.8.1 Registro de interesados	69
4.8.2 Estrategia para gestionar interesados.....	69
4.8.3 Evaluación de participación de interesados	69
4.9 Plan de gestión de las comunicaciones	73
4.9.1 Plan de comunicaciones	73

4.9.2 Actualización del Plan de comunicaciones	75
4.10 Plan de gestión de riesgos	76
4.10.1 Herramientas a utilizar	76
4.10.2 Planificar los riesgos	76
4.10.3 Identificación de los riesgos	77
4.10.4 Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos	80
4.10.5 Planificar la respuesta a los riesgos	83
4.11 Plan de gestión de recursos humanos	84
4.11.1 Roles y responsabilidades	84
4.11.2 Matriz RACI	84
4.11.3 Adquirir el equipo de proyecto	84
4.11.4 Desarrollar actividades de formación	87
4.11.5 Liberar recursos	87
4.12 Plan de gestión de las adquisiciones	88
4.12.1 Planificar la gestión de las adquisiciones	88
4.12.2 Efectuar las adquisiciones	89
4.12.3 Controlar las adquisiciones	89
Capítulo 5 – Conclusiones	92
Capítulo 6 – Futuras áreas de Aplicación / Investigación	93
Capítulo 7 – Glosario de términos.....	94
Capítulo 8 – Bibliografía	96

INDICE DE FIGURAS, TABLAS & FORMATOS

Figura 2-1: Conceptos clave en el ciclo de vida del proyecto	10
Figura 3-2: Áreas funcionales involucradas en el cambio	14
Figura 3-3: Descripción de entrono VUCA y VUCA prime	14
Figura 3-4: Retos a los que se enfrentará el sector en los próximos años	16
Figura 3-5: Beneficios de modernizar la construcción	17
Figura 3-6: Reporte demográfico PMI Europa- junio 2021	19
Figura 3-7: Correspondencia entre componentes clave del Proyecto.	20
Figura 3-8: Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento	21
Figura 3-9: Conceptos clave en Grupos de Procesos y Áreas de conocimiento	23
Tabla 3-1: Descripción de los proyectos analizados	24
Tabla 3-2: Resumen general de sobrecostos y retraso para proyectos analizados	24
Figura 3-10: Escenario 1, La inclusión al proyecto de nuevos recursos	25
Figura 3-11: Escenario 2, La inclusión al proyecto de nuevos recursos	25
Figura 3-12: Línea base de coste y desviaciones – Proyecto: Holmes Place	27
Tabla 3-3: Causas de sobrecoste y retraso en el proyecto	29
Figura 4-13: Características de los niveles de madurez – CMMI	31
Tabla 4-4: Áreas centrales – CMMI	32
Figura 4-14: Hoja de ruta de la evolución de la madurez del sector	33
Formato 4-1: Acta de constitución del proyecto	35
Figura 4-15: Matriz Poder – Interés de los interesados.....	36
Table 4-5: Planes y documentos para la dirección del proyecto	37
Formato 4-2: Lista de hitos del proyecto	38
Formato 4-3: Minuta de reunión	39
Formato 4-4: Lecciones aprendidas	42
Formato 4-5: Registro de lecciones aprendidas	43
Formato 4-6: Formato de recolección de requisitos	45
Figura 4-16: Estructura de Desglose de Trabajo – EDT	45
Formato 4-7: Diccionario de la EDT	48
Formato 4-8: Solicitud de cambio	49
Figura 4-17: Flujo de solicitud de cambio	50
Formato 4-9: Registro de cambios	52
Figura 4-18: Tipos de desperdicio en proyectos de construcción	53
Formato 4 -10: Registro de restricciones	57
Formato 4-11: Línea base del costo	60

Formato 4-12: Financiamiento resumido	62
Formato 4-13: Informe de rendimiento	63
Figura 4-19: Ciclo de Deming	65
Formato 4-14: Lista de procedimientos para la calidad	66
Formato 4-15: Métricas de calidad de proyecto/producto	67
Formato 4-16: Registro de interesados del proyecto	70
Formato 4-17: Estrategias de gestión de interesados	71
Formato 4-18: Matriz de evaluación de participación de interesados	72
Formato 4-19: Plan de gestión de las comunicaciones	74
Formato 4-20: Matriz interesados – Información requerida	75
Figura 4-20: Estructura de desglose de riesgos	77
Formato 4-21: Identificación de riesgos	78
Formato 4-22: Registro de riesgos	79
Formato 4-23: Clasificación del impacto de los riesgos	80
Formato 4-24: Matriz de probabilidad e impacto	81
Formato 4-25: Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos	82
Tabla 4-6: Estrategias de respuesta a los riesgos	83
Formato 4-26: Matriz de roles y responsabilidades	85
Formato 4-27: Matriz de asignación de responsabilidades	86
Formato 4-28: Registro de formación	87
Figura 4-21: Flujo de proceso de compra	88
Formato 4-29: Criterios de aceptación de proveedor	90
Tabla 4-7: Resumen propuesta de mejora en la gestión de proyectos de construcción....	91

Capítulo 1 – Introducción

1.1. Introducción

Actualmente el sector AECO es el más importante en la economía de la Unión Europea (EU) representando el 10% del PIB (producto interior bruto) en España es un 5%. EL sector construcción es uno de los sectores más atrasado comparado con otros sectores económicos, es un sector fragmentado, con poca productividad, con estrategias de innovación deficientes, sin un adecuado registro del conocimiento adquirido y tradicionalmente con cierres de proyecto gestado a través de litigios interminables, estas características impactan directamente en los usuarios finales del sector quienes ven afectados sus intereses en economía, seguridad y calidad.

El desarrollo logrado hasta ahora por el sector refiere a mejora de materiales y maquinaria y que ha sido en su mayoría producto de la innovación en otros sectores.

El sector AECO (Architecture, Engineering, Construction and Operations) afrontará en los próximos 30 años el desafío de satisfacer la necesidad de la población mundial la que incrementará su crecimiento en cerca de 2 mil millones de personas, lo que significa más de un 25% de la población actual.

Pero no solo debe enfrentar al reto de la sobrepoblación existen muchos retos que el sector debe hacer frente en el camino de su desarrollo.

1.2. Justificación

Urge dar un gran salto hacia la innovación y el desarrollo, cerrando la brecha entre la realidad del sector y nivel esperado de desarrollo en el que ya se encuentren otros sectores productivos, es necesario adoptar metodologías/herramientas que permitan un desarrollo gradual del sector asegurando.

Este trabajo de investigación pretende Identificar las posibles causas raíz de los retrasos y sobrecostes en los proyectos de construcción a partir de información recabada a lo largo de 28 meses (sept 2018 – enero 2021) en proyectos de reforma - obra nueva y proponer un marco de trabajo que permita incluir metodologías - herramientas y artefactos que permitan a pequeñas y medianas empresas capitalizar el conocimiento e incrementar la eficiencia de sus procesos constructivos.

1.3. Alcance

El alcance del trabajo abarca proponer un marco de trabajo a partir de la investigación basada en la recolección de datos de proyectos desarrollados en dentro de una franja de tiempo de 28 meses, identificando 3 elementos que podrían asegurar la entrega de valor en los proyectos de construcción: Componentes de conocimiento (knowledge components), lecciones aprendidas (lessons learned) e Indicadores clave de desempeño KPIs (Key Performance Index).

1.4. Objetivo

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar un marco de trabajo que permita mejorar la gestión de procesos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

1.4.2. Objetivo específico

Desarrollar un marco de trabajo que permita proveer de **knowledge components** al equipo que gestiona proyectos de construcción partiendo del análisis de la evolución parcial del sector en investigación y la implementación de nuevas técnicas aplicadas a los procesos constructivos.

Analizar como las **lecciones aprendidas** y las herramientas de gestión de proyectos son piezas fundamentales en los activos de la organización e incrementan la probabilidad de finalizar los proyectos en tiempo, coste y calidad.

Demostrar que los **KPIs** nos permiten tener una visión general del estado del proyecto permitiéndonos desarrollar acciones preventivas durante el ciclo de vida del proyecto.

Capítulo 2 – Literatura analizada – Conceptos clave

2.1 Project Management en el sector AECO – Casos de estudio

2.1.1 Autodesk AEC Headquarters – Integrated Project delivery.

Sede de Autodesk AEC: este caso de estudio examina el proyecto de construcción completado en el mundo real en el que utilizó la metodología Integrated Project Delivery (IPD) de la forma más pura posible. El proyecto estudiado muestra la aplicación exitosa de IPD en una variedad de tipos y escalas de edificios y en diversas regiones de los EE. UU.

2.1.2 Modelling the Last Planner System Metrics.

El propósito de este documento es estudiar la relación entre TA, TMR y PPC mediante el análisis de los datos de LPS recopilados durante dos años de varias sucursales de una empresa de AEC en los Estados Unidos. Los resultados muestran los de esa empresa.

2.2.3 Post Occupancy Evaluation of School Refurbishment Projects.

Esta investigación representa el primer trabajo en considerar la perspectiva del contratista hacia el desarrollo de una mejor comprensión de la satisfacción del cliente con los edificios escolares. Además, el resultado de POE representa un avance pragmático notable hacia el conocimiento que influirá en el conocimiento y comprensión del contratista de la satisfacción del cliente, y dónde mejorarlos.

2.2.4 Development of Systems Dynamics for KPIs to Assist Project Managers' Decision-Making Processes.

El objetivo de este artículo es presentar el desarrollo de un modelo jerárquico de KPIs que permitan, a su vez, la contextualización de los KPIs y permitan visualizar los objetivos, elementos e interacciones fácilmente. La integración, el control y el monitoreo de estos complejos sistemas y sus objetivos, retroalimentaciones, retro-sos y flujo de información generan una necesidad de entender y modelar cómo los componentes de estos sistemas inter-ractúan entre ellos.

2.2.5 Effective Risk Management in Innovative Projects.

Este documento analiza el proceso de gestión eficaz de riesgos en proyectos innovadores en el ejemplo de la fase de realización de un edificio innovador, energéticamente eficiente y sostenible del Laboratorio de Edificación Inteligente en Cracovia - DLJM Lab, del punto de vista de DORBUD SA, su contratista general.

2.2 Teoría y conceptos clave

Se han identificado conceptos claves desarrollados a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de construcción y que serán un gran aporte ya que permitirán la entrega de valor a través de proyectos para lo que el capital humano es el principal componente y se apoya de la gestión de proyectos para encajar en tiempo, costo y calidad para cada uno de los componentes de los proyectos de construcción.

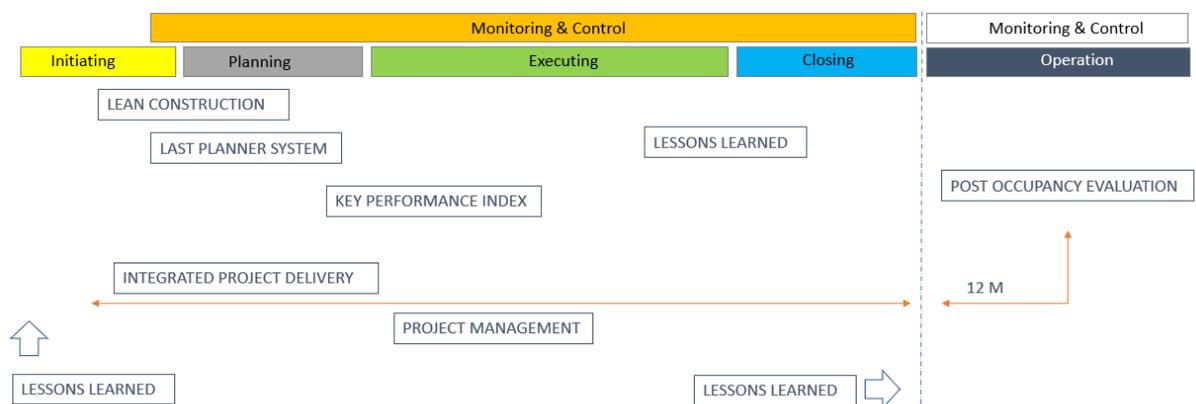


Figura 2-1: Conceptos clave en el ciclo de vida del proyecto

2.2.1 Lean Construction

Emplea los principios lean para asegurar el flujo de trabajo, la mejora continua de la organización, la reducción del desperdicio y la entrega de valor al proyecto durante su ciclo de vida, desde el diseño hasta su construcción

Entre los beneficios de la aplicación de Lean Construction en el sector AECO, está la eliminación los tiempos muertos dentro de cada proceso de gestión de la construcción como los retrasos por arribo de materiales, equipos y documentación incrementando su eficiencia.

“Lean Construction extends from the objectives of a Lean production system—maximize value and minimize waste—to specific techniques and applies them in a new project delivery process”. (Leanconstruction.org, 2019)

“Lean Construction se extiende desde los objetivos de un sistema de Lean production (maximizar el valor y minimizar el desperdicio) hasta técnicas específicas y las aplica en un nuevo proceso de entrega de proyectos. (Leanconstruction.org, 2019)

2.2.2 Last Planner System

Es una herramienta de lean construcción que involucra a los interesados clave del proyecto para desarrollar una planificación efectiva reduciendo cuellos de botella, desarrollando las actividades planificadas y analizando las posibles alternativas si estas actividades no son alcanzadas.

“Sin duda estamos viviendo una época de mejoras y avances tecnológicos en el sector de la edificación que ayudarán a conseguir mejores edificios, más eficientes, más saludables y más confortables. Estas nuevas tecnologías también ayudarán a construir estos edificios de una manera más eficaz y con un uso optimizado de los recursos, tanto humanos como materiales” . (Pons, 2019)

2.2.3 Project Management

Es una metodología que permite gestionar el ciclo de vida de un proyecto completando sus actividades tomando como referencia las líneas base y todo esto basado en completar los requerimientos del proyecto. La gestión de proyectos asegura identificar posibles desviaciones y anticiparse a su ocurrencia.

2.2.4 Integrated Project Delivery

Es un método que busca la inclusión de todos los stakeholders desde la etapa inicial del proyecto basada en una metodología de gestión de proyectos y lean construcción, esto permite identificar actividades sin valor desde el inicio del proyecto reduciendo la posibilidad de riesgos potenciales se materialicen además de incrementar la probabilidad de entregar el dentro de las expectativas del cliente.

2.2.5 Key performance Index

Nos permiten validar si la estrategia empleada en la gestión del proyecto satisface el desempeño esperado o necesitan alinear desviaciones, estos indicadores nos permiten identificar si el proyecto se gestiona de manera eficiente, es decir si no existen variaciones de tiempo coste y calidad, dependiendo de la magnitud del proyecto y del equipo que lo lidera se incluyen a la gestión del proyecto diferentes tipos de indicadores.

2.2.6 Lessons learned

Las lecciones aprendidas acompañan al equipo de proyecto dotándole de información sobre lo que se hizo bien y lo que se podría mejorar en un próximo proyecto, esto

permite minimizar riesgos y asegurar la eficiencia de los procesos durante el ciclo de vida del proyecto. Aun cuando los proyectos tienen componentes que no se repiten, las lecciones aprendidas son piezas fundamentales que pueden ser desarrolladas en próximos proyectos como parte de una o más fases de proyecto.

“We all know we are supposed to do a “lessons learned” exercise as part of our projects. Some of us even take the time to go through the motions. The challenge is that lessons learned rarely get paid attention to, and organizational practices rarely change as a result. If we really want to learn from our projects, we need to change how we think about lessons learned”. (Mullaly, 2017)

“Todos sabemos que se supone que debemos hacer un ejercicio de “lecciones aprendidas” como parte de nuestros proyectos. Algunos de nosotros incluso nos tomamos el tiempo para seguir los movimientos. El desafío es que rara vez se presta atención a las lecciones aprendidas y, como resultado, las prácticas organizacionales rara vez cambian. Si realmente queremos aprender de nuestros proyectos, debemos cambiar nuestra forma de pensar sobre las lecciones aprendidas”. (Mullaly, 2017)

Una de las mejores prácticas en gestión de proyectos es recolectar las lecciones aprendidas de proyectos similares que las organizaciones con las que cuenta la organización como parte de los activos de sus procesos, este análisis permite al equipo de proyectos analizar los posibles retrasos, las causas que podrían ocasionarlos y la solución adoptada en eventos anteriores, dotándoles de esta manera de una visión a futuro de la evolución del proyecto.

Capítulo 3

3.1 Análisis del sector

3.1.1 Los pasos hacia la transformación

El sector construcción se verá en necesidad de modernizarse en los próximos 10 años, las líneas de crecimiento estas definidas por las tendencias que se integran poco a poco en los proyectos de construcción, pero esta evolución deberá ser gradual y en con un enfoque 360° que asegure que el desarrollo de las organizaciones involucra a todas las áreas funcionales que las conforman y cada uno de los miembros de sus equipos.

“Nine shifts will radically change the way construction projects are delivered—and similar industries have already undergone many of the shifts. A combination of sustainability requirements, cost pressure, skills scarcity, new materials, industrial approaches, digitalization, and a new breed of player looks set to transform the value chain. The shifts ahead include: productization and specialization, increased value-chain control, and greater customer-centricity and branding. Consolidation and internationalization will create the scale needed to allow higher levels of investment in digitalization, R&D and equipment, and sustainability as well as human capital”. (McKinsey, 2020)

“Nueve tendencias cambiarán radicalmente la forma en que se ejecutan los proyectos de construcción, y industrias similares ya han pasado por muchos de los cambios. Una combinación de requisitos de sostenibilidad, presión de costos, escasez de habilidades, nuevos materiales, enfoques industriales, digitalización y una nueva generación de actores parece estar lista para transformar la cadena de valor. Los cambios que se avecinan incluyen: producción y especialización, mayor control de la cadena de valor y mayor enfoque en el cliente y la marca. La consolidación y la internacionalización crearán la escala necesaria para permitir mayores niveles de inversión en digitalización, I + D y equipamiento, y sostenibilidad, así como en capital humano”. (McKinsey, 2020)

Esta estrategia de desarrollo debe ser liderada desde dentro de la organización ya que cada equipo de área funcional conoce los componentes necesarios para consolidar el conocimiento adquirido.



Figura 3-2: Áreas funcionales involucradas en el cambio

3.1.2 Los retos a los que se enfrenta.

El sector construcción se enfrenta a retos que difícilmente podrá evitar asumir dentro de los próximos 5 o 10 años; siendo uno de los sectores más atrasados, la necesidad de su modernización obedece a su participación en proyectos que agrupan sectores diversos como la automoción, agricultura, alimentación, aeronáutica entre otros. Estos sectores ya experimentan cambios progresivos en su estructura de gestión de proyectos, los que en su gran mayoría requieren incluir mini proyectos de construcción como parte de su política de expansión o consolidación dentro del mercado.



Figura 3-3: Descripción de entorno VUCA y VUCA prime

Los retos surgen a partir de la necesidad del sector de satisfacer los requerimientos de un mercado dinámico con características como la volatilidad, incertidumbre, complejidad y la ambigüedad (VUCA – Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity),

uno de los primeros pasos para las organizaciones será identificarlos e intentar entender los componentes en lo que se enfocará para transformarlos en una oportunidad.

A continuación, tal y como los describe el Reporte de Roadmap for advanced Manufacture and Construction (2020), se identifican 8 posibles retos a los que habrá que atender en los próximos años para consolidar el sector dentro de los sectores más modernos del mercado: La resistencia al cambio, propuesta de valor poco clara, poca inversión en I+D, necesidad de habilidades mejoradas, fragmentación longitudinal, seguridad de los datos, sostenibilidad, eficiencia energética.

La resistencia al cambio: por parte de los equipos que forman las plantillas de las organizaciones las que en su mayoría se enfocan en la finalización del proyecto dejando de lado la capacitación de sus equipos y el registro del conocimiento adquirido en cada proyecto.

Propuesta de valor poco clara: el alto costo de implementación de buenas prácticas ya que no todas las compañías constructoras logran implementar procesos de mejora porque carecen de un departamento que pueda liderar este proceso y de un registro de activos de información que les permita analizar sus puntos a mejorar.

Poca inversión en I+D: los sobrecostos y los retrasos en los proyectos de construcción impiden la inversión de las pequeñas empresas en investigación y desarrollo, solo un porcentaje reducido ha implementado herramientas de trabajo colaborativo como LPS (Last Planner System), Miró o Trello, Airtable sin embargo al ser una industria fragmentada la continuidad del uso de estas herramientas se ha visto superado por la resistencia al cambio, bloqueando de esta manera la posibilidad de seguir implementando estas herramientas/metodologías en los siguientes proyectos.

Necesidad de habilidades mejoradas: La necesidad del sector de documentar el conocimiento adquirido en cada proyecto se hace creciente día a día, ya que permite la creación de un registro de lecciones aprendidas que permita minimizar riesgos para próximos proyectos además de ser más eficiente, esto pone de manifiesto la necesidad de contar con nuevos perfiles dentro de los equipos de proyectos capaces de incluir un componente de gestión que actualmente el sector no identifica como importante.

Fragmentación longitudinal: EL sector se caracteriza por ser un sector ausente de líderes para consolidar su evolución, con una gran cantidad de pequeñas y medianas empresas con un reducido aprendizaje entre proyectos y una reducida o casi inexistente gestión del conocimiento poniendo en peligro su continuidad en el mercado.

Seguridad de los datos: El desarrollo del conocimiento del sector debe poner especial atención a la gestión de los datos, ya que se podrían exponer datos sensibles de edificaciones esenciales poniendo en peligro la integridad de sus usuarios.

Sostenibilidad: Explotar lo que es capaz de gestionar no es parte del ADN de la construcción, a menudo vemos megaproyectos con partidas de movimiento de tierras que no son reutilizadas y que simplemente son parte de una disposición de material excedente o playas que están siendo explotadas como canteras disponibles para todo aquel que necesita arena.

En la pequeña playa de Mónica, cerca de Casablanca, solo una duna sobrevive a los voraces constructores. Aquí, como en otras partes de Marruecos, se saquea la arena para alimentar a la boyante industria de la construcción. Un informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) sobre la explotación de arena en el mundo, publicado a mediados de mayo, pone de relieve el papel de las “mafias de la arena” en la desaparición de las playas marroquíes. (Travel and Leisure, 2019)

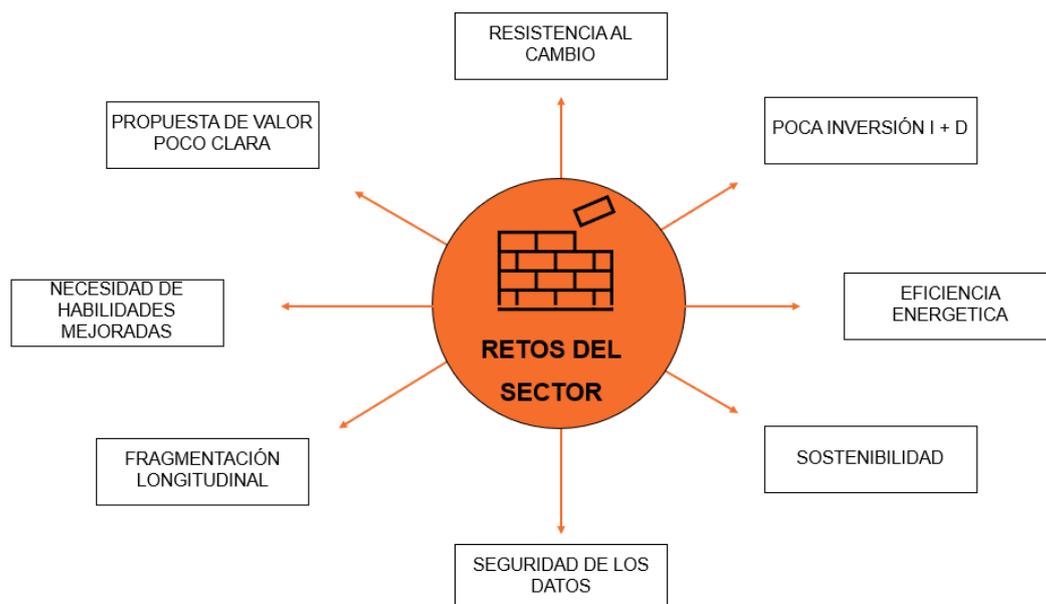


Figura 3-4: Retos a los que se enfrentará el sector en los próximos años

Eficiencia energética: Uno de los muchos retos del sector en Europa es renovar los edificios antiguos para que sean más eficientes energéticamente y emitan menos gases de efecto invernadero, contribuyendo así a las metas de descarbonización acordadas en el acuerdo de París 2015.

3.1.3 Los beneficios de la transformación

La modernización del sector le permitirá beneficiarse del impacto del cambio formando parte de un entorno innovador, incrementando una mejora a la sostenibilidad, incrementando un ahorro de tiempo en los procesos constructivos, mejorando la imagen de la industria, la seguridad de los datos e incrementando la previsibilidad de tiempo y coste.

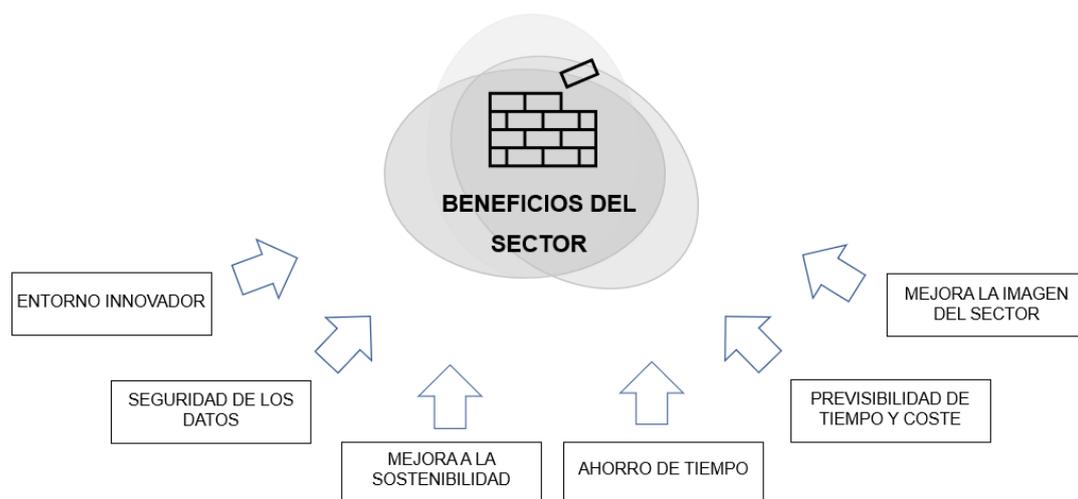


Figura 3-5: Beneficios de modernizar la construcción

Entorno innovador que asegure la eficiencia de los procesos de gestión de la construcción permitiendo al sector satisfacer las necesidades del mercado y

Mejora a la sostenibilidad garantizando el uso coherente de los recursos minimizando las emisiones y el uso de energía para reducir el impacto ambiental del activo en su entorno.

Ahorro de tiempo basado en una planificación eficiente a la que se suma una temprana participación de los interesados clave del proyecto uno de ellos el cliente.

Mejora la imagen de la industria desarrollando una política de captación y retención del talento, esto permite asegurar que el conocimiento de la organización y de cada uno de sus colaboradores evolucione.

Mejora la seguridad, el desarrollo de modelos de información en el sector AECO no solo permite una gestión eficiente de los datos del activo durante su construcción y operación también reduce los niveles de riesgo en la zona de construcción esto a través del uso de tecnologías como IoT, VR, AR.

Previsibilidad de tiempo y coste. Los clientes están cada vez más enfocados en el tiempo, el costo y calidad del proyecto y someten al sector a un reajuste de costes y una mejora del servicio cada vez más insostenibles, una de las formas de mantener la competitividad y la eficiencia es adoptar estrategias que aseguren la previsibilidad de tiempo y coste (Budget at completion) que aseguren la gestión de la incertidumbre sobre actividades críticas del proyecto.

3.2 Hallazgos en proyectos ejecutados.

3.2.1 Metodología PMI

El Project Management Institute es una organización con más de 50 años liderando proyectos, compartiendo buenas prácticas y está formada por profesionales involucrados en gestión de proyectos que son quienes desarrollan los estándares de gestión que aglutinan en favor de consolidar y compartir el conocimiento de la gestión de proyectos en diferentes industrias.

El nivel de calidad del conocimiento compartido por PMI (Project Management Institute) a través de guías y estándares como: PMBOK® Guide, The Standard for Earned Value Management, The Standard for Risk Management for in Portfolios, Program and Projects, The Standard for Organizational Project Management, The PMI Guide for Business Analysis entre otros y que son creados por profesionales del sector con experiencia en la industria., estas guías y estándares son consultados por profesionales

de la gestión de proyectos dentro de organizaciones proyectizadas con un componente de gestión alineada con la metodología PMI.

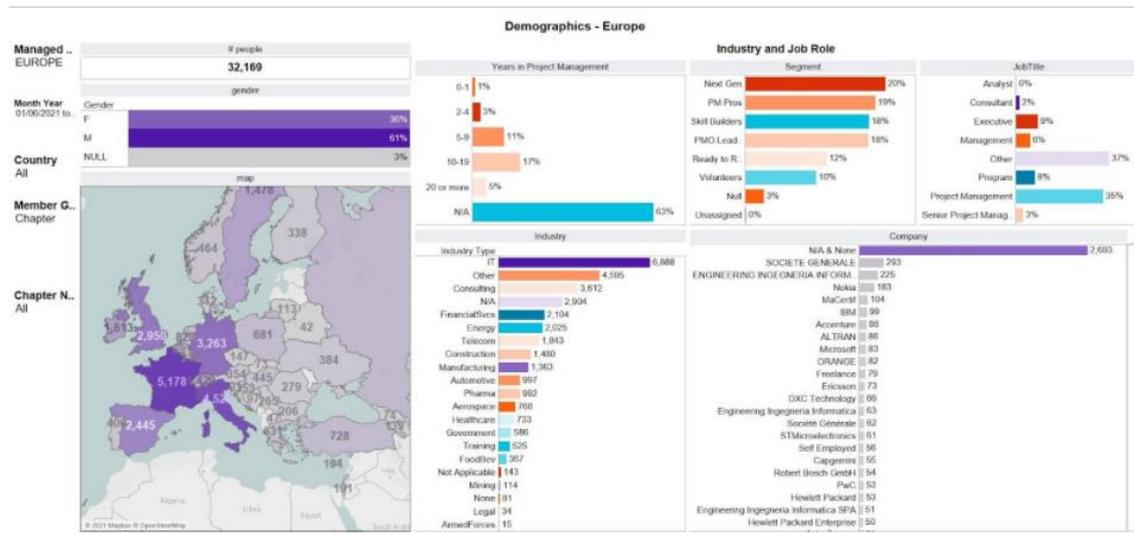


Figura 3-6: Reporte demográfico PMI Europa- junio 2021

Esto permite a los profesionales de la industria consolidar su experiencia a través de la gestión de proyectos dotando a sus organizaciones de Knowledge Components (Componente de conocimiento) *“un componente de conocimiento es una descripción de una estructura o proceso mental que un profesional usa, solo o en combinación con otros componentes de conocimiento, para realizar pasos en una tarea o problema”*, (Koedinger, Corbett, & Perfetti, 2012) adquiridos a lo largo de cada proyecto que gestionan.

3.2.2 Ciclos de vida de los proyectos

Son las fases que sobre las cuales un proyecto se desarrolla desde que inicia hasta que finaliza, *Este marco de referencia básico se aplica independientemente del trabajo específico del proyecto involucrado (PMBOK 6th ed)*

3.2.3 Grupos de Procesos y Áreas de conocimiento

A lo largo del estudio se utilizará un agrupamiento de procesos para describir los hallazgos obtenido en los proyectos de construcción que fueron analizados, Según el Project Management Institute los procesos de dirección de proyectos se agrupan en los siguientes cinco grupos de procesos de la Dirección de Proyectos:

Grupo de Procesos de Inicio. Procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.

Grupo de Procesos de Planificación. Procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.

Grupo de Procesos de Ejecución. Procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto.

Grupo de Procesos de Monitoreo y Control. Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el proceso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.



Figura 3-7: Correspondencia entre componentes clave del Proyecto.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el 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 Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos 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 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear 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 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear 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	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Figura 3-8: Correspondencia entre grupos de procesos y Áreas de conocimiento (PMBOK 6th)

Grupo de Procesos de Cierre. Procesos llevados a cabo para completar o cerrar formalmente el proyectos, fase o contrato.

Además de los grupos de procesos, los procesos también se categorizan por Áreas de Conocimiento definidas por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen.

Gestión de la Integración del Proyecto. Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos.

Gestión del Alcance del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.

Gestión del Cronograma del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.

Gestión de los Costos del Proyecto. Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

Gestión de la calidad del Proyecto. Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.

Gestión de Recursos del Proyecto. Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.

Gestión de las Comunicaciones del Proyecto. Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución. Almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.

Gestión de los Riesgos del Proyecto. Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta y monitoreo de los riesgos del proyecto.

Gestión de Adquisiciones del Proyecto. Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.

Gestión de los Interesados del Proyecto. Incluye los Procesos requeridos para identificar a las personas grupos u organizaciones que puede afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

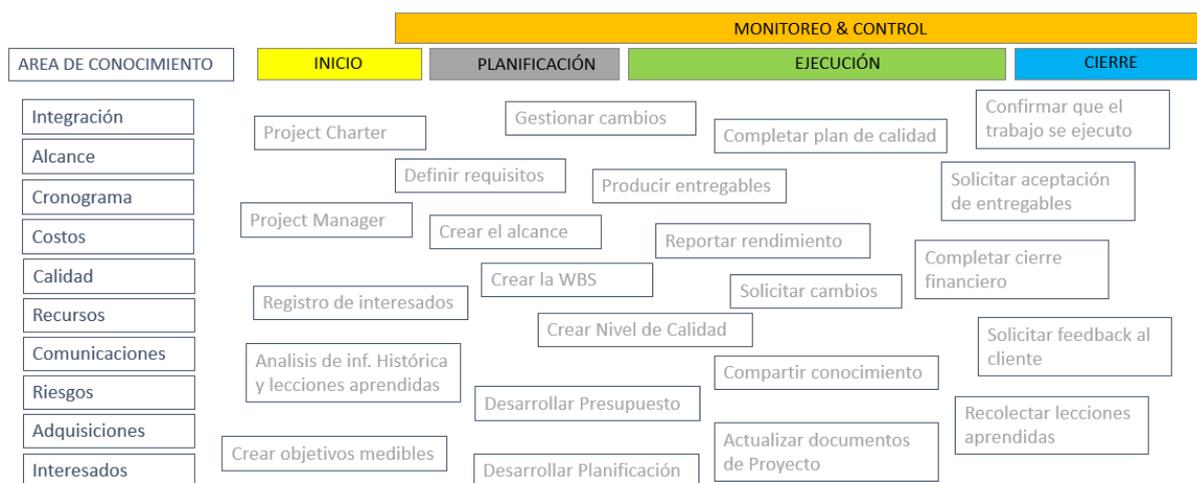


Figura 3-9: Conceptos clave en Grupos de Procesos y Áreas de conocimiento

3.2.4 Proyectos analizados

Se han analizado resultados de 5 proyectos recolectando información durante un lapso de 28 meses, la selección de los proyectos obedeció a la secuencia en que fueron gestionados, en alguno de ellos existió un solapamiento de fases de un tiempo aproximado de 2 meses.

Los nombres de los proyectos han sido reemplazados.

ROYECTO	DESCRIPCIÓN
Mutua Terra	Reforma integral de áreas de servicios y consultorios
Holk Palace	Remodelación de sala fitness, salas de yoga y áreas comunitarias
Proyecto Arkibus	Fabricación y montaje de fachada ventilada y cerramientos de composite
Edificio Supra	Fabricación y montaje de fachada ventilada y cerramientos de composite
Aerop. Malaga	Fabricación y montaje de fachada ventilada.
Grupo Baylen	Adecuación de ambientes para salas de servicios

Tabla 3-1: Descripción de los proyectos analizados.

3.2.5 Resultado del análisis

Primera iteración

En una primera iteración se crearon los campos comunes para cada proyecto: categoría, presupuesto, porcentajes de sobrecoste y tiempo de retraso en la entrega del proyecto.

El presupuesto total de ejecución fue de 4'400 000 € incluyendo el porcentaje de sobrecoste que en el 50% de los proyectos fue igual y hasta superó el 20%. El retraso de entrega del proyecto fue desde 1 mes hasta 5 meses.

ROYECTO	CATEGORÍA	PRESUPUESTO	SOBRECOSTE	T.EJEC/RETRASO
Mutua Terra	Reforma	350 000 €	15%	5M / + 2 m
Holk Palace	Reforma	750 000 €	20%	7M / + 3 m
Proyecto Arkibus	Obra nueva	2'500 000 €	22%	6M / + 5 m
Edificio Supra	Obra nueva	450 000 €	15%	3M / +1 m
Aerop. Malaga	Obra nueva	350 000 €	12%	3M / + 2m
Grupo Baylen	Reforma	400 000 €	24%	5M / +3 m

Tabla 3-2: Resumen general de sobrecostes y retraso para proyectos analizados

Este análisis permite identificar dos escenarios en los que estos proyectos se gestionaron y en las fases en las que fueron incorporados recursos como el Project Manager o el juicio experto.

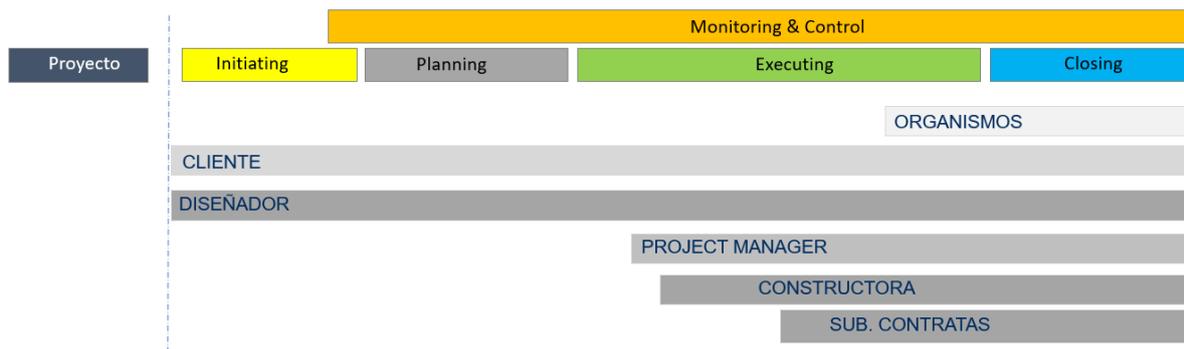


Figura 3-10: Escenario 1, La inclusión al proyecto de nuevos recursos

El primer escenario se muestra la fase de inicio de proyecto con dos actores el cliente y el diseñador quienes desarrollan la estrategia del proyecto, identifican los interesados del proyecto y desarrollan la planificación de este y al inicio de la fase planificación suman al proyecto la figura del Project Manager y poco tiempo después a la constructora y las subcontratas encargadas del desarrollo de las actividades del proyecto hasta la finalización del mismo.

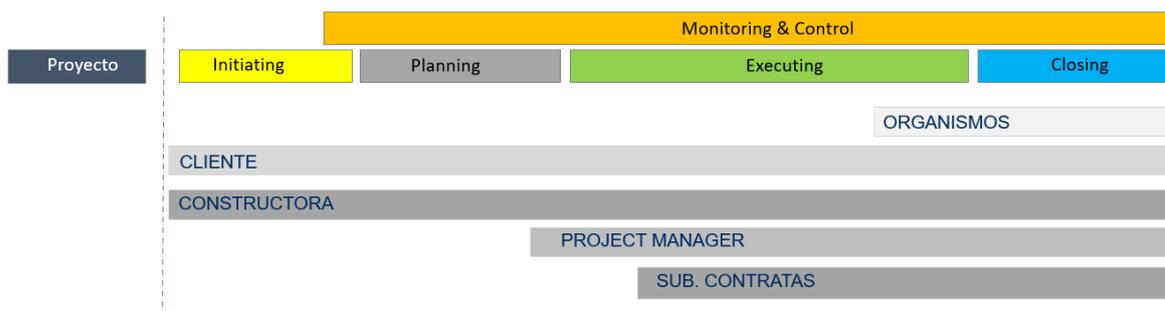


Figura 3-11: Escenario 2, La inclusión al proyecto de nuevos recursos

En el segundo escenario es la constructora quien acompaña al cliente en la fase inicial del proyecto en la identificación de interesados y durante la planificación hasta la contratación del Project Manager al inicio de la fase de ejecución y al igual que en el primer escenario se suma al proyecto las subcontratas.

La inclusión gradual al proyecto de los interesados generó un vacío en la transferencia de información básicamente en el que se comunica y el cómo se debe desarrollar el

trabajo iniciando el proyecto con la ausencia de un perfil integrador que asegure una eficiente gestión de la comunicación desde a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En ambos casos se ha descubierto puntos que pueden ser mejorados adicionando componentes de gestión que permitan minimizar la desviación del proyecto respecto de sus líneas base. Esta manera de gestionar el proyecto produce una pérdida de información que debe ser recuperada en fases finales del proyecto como parte de retrabajos que deber ser ejecutados para recibir la aceptación de entregables intermedios y final.

Segunda iteración

En una segunda iteración fueron identificados factores que ocasionaron retrabajos o materializaron riesgos en cada fase del ciclo de vida del proyecto: Inicio – Planificación – Ejecución – Monitoreo & Control – Cierre.

Inicio: En todos los proyectos el planteamiento inicial fue desarrollado por el cliente acompañado de un arquitecto, un equipo de ellos o de un equipo reducido (arquitecto, aparejador y jefe de producción) de la constructora a la que se le adjudico un proyecto, dando inicio al proyecto con una reunión dentro de la que discuten requerimientos del proyectos, presupuesto, tiempo y calidad del proyecto.

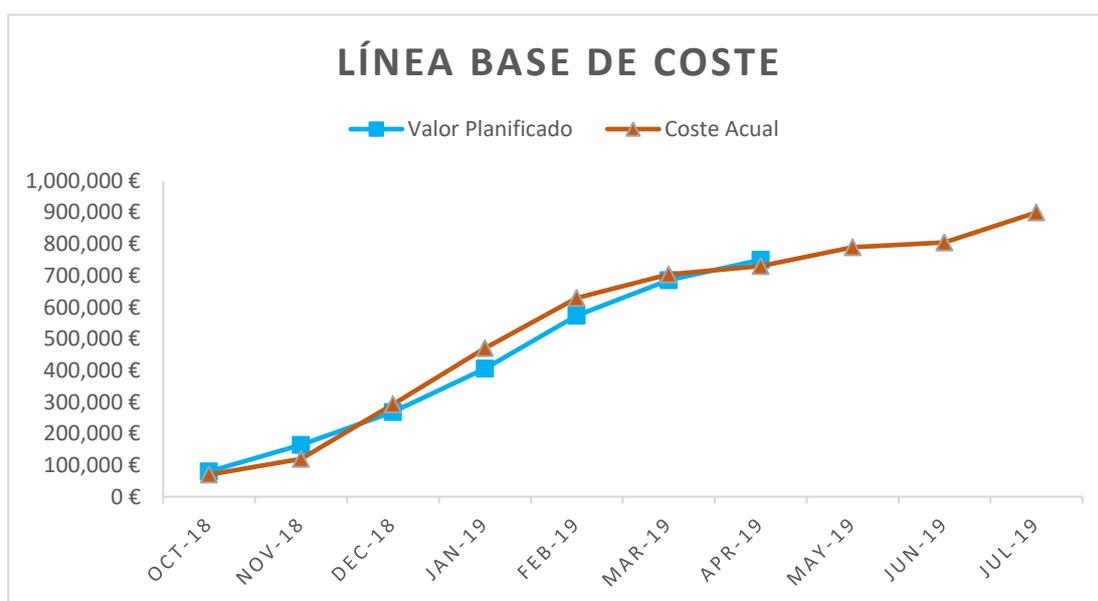
Planificación: No hay una recolección detallada de requisitos, aún no están identificados todos los stakeholders, el equipo de proyectos no está completo en esta fase la documentación del proyecto es desarrollada por un arquitecto, un aparejador, un técnico de presupuestos y el jefe de producción quienes actualizan información entregada pro en cliente durante las reuniones de planificación en la que se discuten detalles del proyecto con un nivel intermedio de detalle (requerimientos del proyectos entregados por el cliente que en el 66% de los proyectos analizados no era el usuario final de las instalaciones proyectadas, por tanto no tenía un conocimiento pleno de los requerimientos del proyecto.

Ejecución: Esta fase implica el desarrollo de los ítems descritos en el presupuesto, el que previamente al inicio de esta fase fue validado por el cliente. A lo largo del desarrollo del proyecto se van sumando interesados (muchos de ellos clave) al proyecto al igual que

los requerimientos que no fueron considerados en la fase anterior, esto ocasiona un incremento del presupuesto del proyecto y con esto la fecha de finalización. En un 20% de los proyectos se analizó la posibilidad de reducir la calidad de algunos entregables debido al tiempo de entrega que implicaba.

Esta fase está acompañada de planos y detalles constructivos que no fueron completados en la fase planificación y que durante la fase de ejecución continúan modificándose en cada departamento de forma independiente.

Monitoreo & Control: Durante este proceso se identificaron retrasos debido a no tener detallado el proceso de aseguramiento de calidad, lo que provocó que algunos procesos no fueran completados debido a lo relativo que el proceso de aseguramiento de la calidad significó para las partes interesadas (cliente-contratista-subcontratista).



Cronograma	Oct-18	Nov-18	Dec-18	Jan-19	Feb-19	Mar-19	Apr-19	May-19	Jun-19	Jul-19
PV	80,000 €	164,000 €	268,000 €	406,000 €	573,000 €	686,000 €	750,000 €			
AC	70,000 €	120,000 €	292,000 €	470,000 €	629,000 €	704,000 €	730,000 €	790,000 €	805,000 €	900,000 €

Figura 3-12: Línea base de coste y desviaciones – Proyecto: Holmes Place

EL monitoreo de los proyectos se realizó a través de reuniones periódicas al final de la semana, los reportes tomaron como referencia la planificación del proyecto y el presupuesto sin alinear los hitos o las líneas base del proyecto planificado contra el desarrollo real del proyecto.

La calidad del proyecto y el cronograma del proyecto se han visto afectados por una ineficiente selección de proveedores, ocasionando reclamaciones y retrabajos, el 40% de los proyectos analizados mostraron no tener en cuenta la planificación de arribo de material lo que significó tomar acciones sobre el cronograma para reconducir sus desviaciones.

El 40% de los retrasos obedeció al escaso desarrollo de una planificación de contratistas que permita identificar los slots en los que cada parte ejecuta las tareas planificadas dentro de un secuenciamiento ordenado por dependencia de actividades.

Cierre: El 30% de los proyectos fueron necesarios retrabajos previos a la entrega de, la ingeniería de detalle no estuvo completa para la fase de cierre, al final del proyecto se hizo un levantamiento del activo para representar el proyecto en planos que no alcanzaron a ser completados por el departamento de ingeniería y arquitectura.

Durante esta fase se identificaron criterios de aceptación ambiguos, sobre los que fue necesario desarrollar reuniones con las partes interesadas (cliente, constructora, subcontratas) para uniformizar criterios de aceptación, describiendo con un mayor detalle la calidad de los entregables definidos en el presupuesto.

En resumen, los proyectos analizados no se han gestionado dentro de un entorno de trabajo definido previamente sino más bien se han gestionado solventando las necesidades inmediatas de los clientes, lo que deja como resultado una gestión parcial de la comunicación, un incremento de sobrecostos y retrabajados productos de una falta de planificación.

Las causas de sobrecoste y retrasos en los proyectos mostrados fueron identificadas considerando el porcentaje de ocurrencia en cada fase de vida del proyecto.

Ninguno de los proyectos se desarrolló claramente sobre la estructura del ciclo de vida mostrada a continuación, esta estructura fue desarrollada partiendo de la metodología PMI sobre la que se aportaron los datos mostrados.

CAUSAS DE SOBRECOSTE Y RETRASOS EN EL PROYECTO					
PROYECTO	INICIO	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	MONITOREO & CONTROL	CIERRE
Mutua Terra	Recolección de requisitos deficiente (20%)	El proyecto inicio el proyecto con parte del equipo de proyecto (30%)	No se realizado una eficiente selección de proveedores (40%)	Se adicionaron actividades intermedias no identificadas en el planning (30%)	Fueron necesarias retrabajos previos a la aceptación de entregables (30%)
Holk Palace	Estimaciones desarrolladas con datos que no fueron tomados en campo (30%)	Las planificaciones nos partieron de la una estructura de desglose de trabajo (18%)	No se desarrolló una planificación de arribo de material (50%)	La ausencia de calificación de subcontratas obligo a ejecutar retrabajos (25%)	La ingeniería de detalle no estuvo completa para la fase de cierre de proyecto (25%)
Proyecto Arkibus	El alcance del proyecto no fue definido completamente (20%)	No se identificó / involucró a todas las partes interesadas (20%)	Se identificaron requisitos que no fueron identificados en fases iniciales (20%)	Actividades tomaron más tiempo/coste del estimado (20%)	Se desarrollo la ingeniería de detallo sobre lo ejecutado (18%)
Edificio Supra		La ingeniería de detalle no fue desarrollada en su totalidad antes de la construcción (20%)	No se desarrolló una planificación conjunta de actividades con contratistas / subcontratas (40%)	Actividades retrasadas obligaron a replanificar para evitar grandes desviaciones (20%)	Los criterios de aceptación fueron ambiguos (15%)
Aeropuerto Malaga					
Grupo Baylen					

Tabla 3-3: Causas de sobrecoste y retraso en el proyecto

Capítulo 4 – Propuesta de mejora

Expertos en gestión de procesos estiman que el creciente interés del sector de la construcción por la digitalización de sus procesos aumentará su productividad en una media de un 20% , aunque es bien sabido que el sector es reacio a los cambios se ha demostrado que incluir tecnologías permitirá minimizar riesgos, evitar sobrecostes, obtener la calidad esperada y fortalecer la comunicación de las partes interesadas en el proyecto algo que es poco valorado en la gestión de proyectos de construcción.

Pero para que este cambio se consolide es necesario adoptar una metodología con procedimientos que permitan alcanzar un objetivo. Se trata de incluir en la gestión tradicional de la construcción componentes de gestión proyectos y que su implantación no signifique un cambio disruptivo en el sector, pero si un beneficio el inicio de su transformación.

La propuesta se enfoca en el análisis del **nivel de madurez** actual de la organización e identifica conceptos clave que se irán adicionando en cada uno de los grupos de procesos que conforman el ciclo de vida del proyecto inicio, planificación, ejecución monitoreo & control y cierre, **a partir del desarrollo de un plan de proyecto** estas mejoras están acompañadas de una hoja de ruta la que evolucionará en la medida que la organización incremente su nivel de madurez en gestión de proyectos.

4.1 Madurez de la organización

4.1.1 Niveles de Madurez de la organización

Los modelos de madurez miden en la organización si esta alcanza sus objetivos estratégicos y el nivel de adopción de metodologías de gestión de proyectos que le asegure satisfacer la necesidad del mercado, entender sus fortalezas y debilidades dotándoles de expertise para planificar una evolución continua.

Existen según el CMMI Institute 5 niveles de madurez en gestión de proyectos: inicial, gestionado, definido, gestionado cuantitativamente y optimizando definidos en el Capability Maturity Model Integration (CMMI), cada nivel posee características propias que definen el nivel de madurez alcanzado. El análisis de madurez de la organización se

enfocará en la categoría de Gestión de proyectos y soporte en las áreas de procesos que son parte de esta categoría

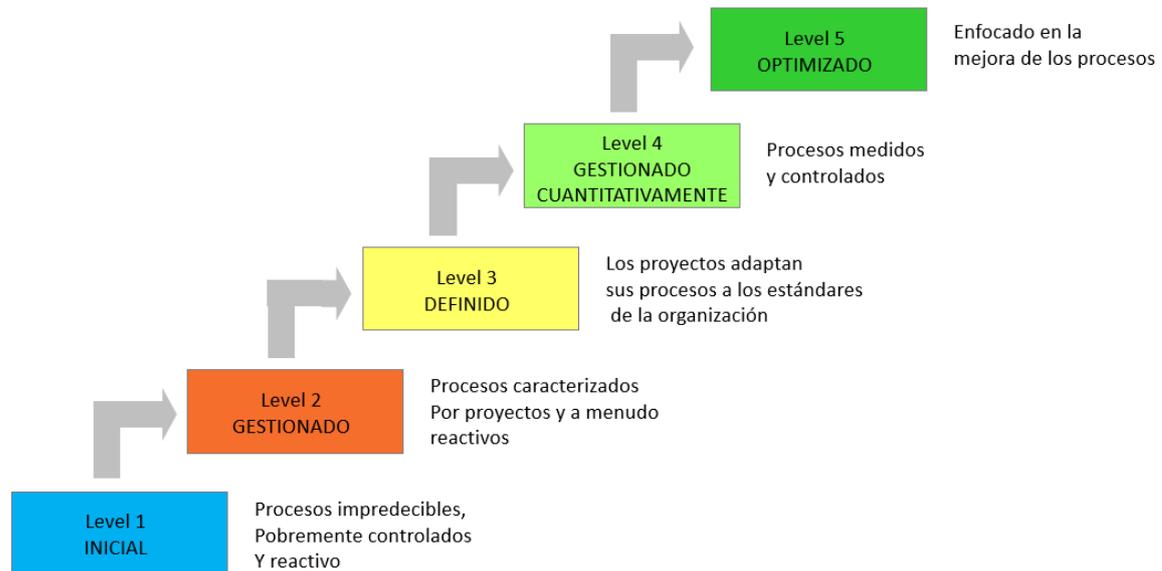


Figura 4-13: Características de los niveles de madurez - CMMI

Adopting recommended practices is only the first step in process maturity. Without ensuring the continuous improvement of this processes, further development of these processes could result it in processes that not fit their application, are not consistently followed, or do not value as expected.(The Standard for Organizational Project Management OPM, 2018)

Adoptar las prácticas recomendadas es solo el primer paso en la madurez del proceso. Sin asegurar la mejora constante de estos procesos, un mayor desarrollo de estos procesos podría resultar en procesos que no se ajustan a su aplicación, no se siguen de manera consistente o no se valoran como se espera. (The Standard for Organizational Project Management OPM, 2018)

4.1.2 Identificación del nivel de madurez

Se desarrolla con la participación de las diferentes áreas funcionales de la organización (figura 3-2), las áreas funcionales dependen de la estructura de cada organización, razón por la cual algunas organizaciones podrán tener un número mayor o menor de áreas funcionales, así como también diferentes nombres.

Los equipos involucrados en esta identificación validarán si los artefactos (documentación, herramientas, formatos, registros) que les permiten gestionar los proyectos de su porfolio forman parte de las áreas de procesos definidos para cada nivel de madurez.

Abreviatura	Área de procesos	Categoría	Nivel de Madurez
PMC	Project Monitoring and Control	Project Management	2
PP	Project Planning	Project Management	2
REQM	Requirements Management	Project Management	2
CM	Configuration Management	Support	2
MA	Measurement and Analysis	Support	2
PPQA	Process and Product Quality Assurance	Support	2
SAM	Supplier Agreement Management	Support	2
OPD	Organizational Process Definition	Process Management	3
OPF	Organizational Process Focus	Process Management	3
OT	Organizational Training	Process Management	3
IPM	Integrated Project Management	Project Management	3
RSKM	Risk Management	Project Management	3
DAR	Decision Analysis and Resolution	Support	3
OPP	Organizational Process Performance	Process Management	4
QPM	Quantitative Project Management	Project Management	4
OPM	Organizational Performance Management	Process Management	5
CAR	Causal Analysis and Resolution	Support	5

Tabla 4-4: - Áreas centrales - CMMI

4.1.3 Hoja de ruta – Propuesta de mejora

La hoja de ruta tiene como objetivo general alcanzar un nivel de madurez que permita a la organización desarrollar y hacer uso de artefactos que le permitan evolucionar y transmitir conocimientos obtenidos a través de su recorrido en el mercado para incrementar la experiencia de sus equipos de trabajo, esta mejora se enfoca en 3 dimensiones: personas, procesos y negocio.

Basado en el ciclo de vida de la gestión de conocimiento desarrollado descrito en The Standard for Organizational Project Management OPM se ha desarrollado una hoja de ruta para alcanzar la evolución el sector hacia un nivel de madurez en gestión de proyectos que le permita innovar y consolidar sus fortalezas a través de iteraciones horizontales para alcanzar el nivel de madurez propuesto e iteraciones verticales para incrementar el conocimiento a través de proyectos. Los niveles identificados para paradas obligatorias para esta evolución son: crear, almacenar, compartir, usar, verificar y actualizar.

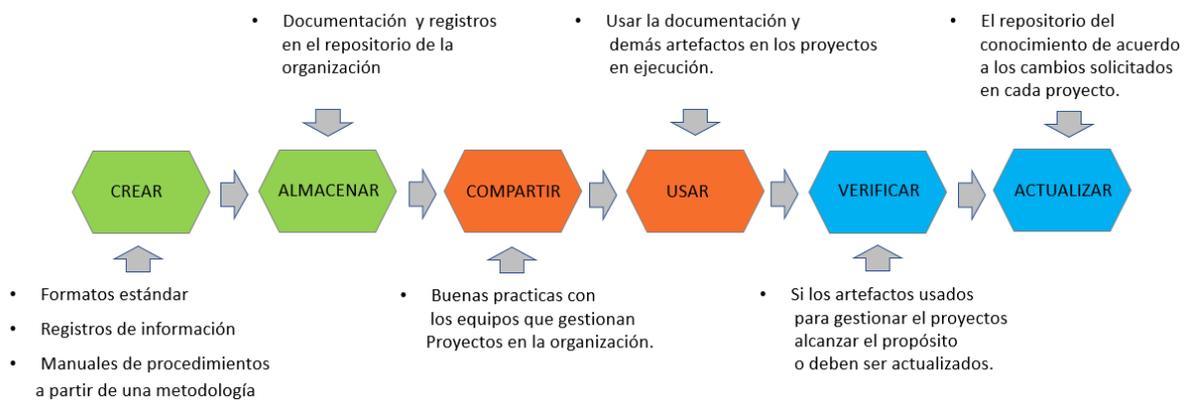


Figura 4-14: Hoja de ruta de la evolución de la madurez del sector

4.1.4 Beneficios de alcanzar un nivel de madurez

Alcanzar un nivel de madurez en gestión de proyectos permiten acceder a beneficios que son incrementales y se muestran a continuación:

Incrementa la satisfacción del cliente.

- Alinea con los objetivos estratégicos de la organización.
- Incrementa la productividad.
- Consolida una ventaja competitiva.
- Asegura la efectividad de las operaciones.
- Mejora el control de los costes.
- Mejora las comunicaciones
- Permite eficiente toma de decisiones.

Se propone, desarrollar el plan para la dirección del proyecto que describirá como se gestiona, monitorea y controla y se cierra el proyecto, este plan de proyecto está

conformado por planes subsidiarios y líneas base además de otros componentes adicionales que permiten evitar desviaciones en el proyecto, el uso de estos artefactos dependerá de la necesidad del proyecto.

4.2 Formulación del Proyecto

La primera acción para desarrollar al inicio del proyecto es seleccionar al director del proyecto, porque será quien lidere al equipo y sea el puente entre el patrocinador y los interesados, además tiene una visión global a futuro del desarrollo del proyecto con esto la posibilidad de desarrollar acciones correctivas que minimicen el impacto de eventos futuros.

El Project Manager será quien identifique documentación histórica y lecciones aprendidas de otros proyectos que ayuden a mejorar la gestión de futuros proyectos evitando repetir errores, se puede considerar como punto de partida de la mejora continua en gestión de proyecto.

El trabajo que se desarrolla en esta fase se documenta en el acta de constitución del proyecto y en el registro de interesado, existen documentos complementarios que podrían acompañar esta fase, estos dependerán de las necesidades y el nivel de detalle que requiere el proyecto.

A diferencia de los escenarios mostrados en la figura 3-10 y figura 3-11 en los que el Project Manager es incorporado al proyecto al final de la fase planificación o al inicio de la fase de ejecución, la propuesta de mejora plantea incluirle en la etapa más temprana del proyecto, de esa manera los beneficios para el proyecto se incrementan.

4.2.1 Acta de constitución del proyecto

Permite la planificación del proyecto a alto nivel, para validar su viabilidad considerando las restricciones dadas. Durante la etapa inicial el Project Manager y los interesados clave del proyecto se reúnen y definen objetivos y demás elementos del proyecto a alto nivel, de esta manera el patrocinador del proyecto otorga la aprobación formal al inicio del proyecto y el nivel de autoridad del Project Manager. Para cada proyecto los componentes del acta de constitución podrían variar.

Acta de constitución del Proyecto
Título y descripción del proyecto (<i>Que es el proyecto</i>)
Project Manager asignado y nivel de autoridad (<i>¿A quién se le ha dado la autoridad de dirigir el proyecto y puede determinar, gestionar y aprobar cambios al presupuesto, cronograma, personal, etc.?</i>)
Caso negocio (<i>¿Por qué se está realizando el proyecto? ¿Sobre qué base financiera se justifica que se lleva a cabo el proyecto? – Describe la justificación del proyecto.</i>)
Recursos pre-asignados <i>¿Cuántos o de cuales recursos se va a disponer para el proyecto?</i>
Interesados <i>¿Quiénes afectarán o serán afectados por el proyecto (influir en el proyecto) a la fecha?</i>
Requisitos conocidos de los interesados (<i>Requisitos relacionados con el alcance, tanto del proyecto como del producto</i>)
Descripción del producto/entregables (<i>¿Qué entregables específicos del producto se desean y cual será en resultado final del proyecto?</i>)
Supuestos (<i>¿Qué se considera verdadero o confiable en la situación? ¿De qué creemos que se trata la situación, pero no tenemos suficientes pruebas o datos?</i>)
Restricciones (<i>¿Qué factores pueden limitar nuestra capacidad de cumplir? ¿Dentro de que limites o parámetros tendrá que funcionar el proyecto?</i>)
Objetivos medibles del proyecto (<i>¿Cómo se ajusta el proyecto a las metas estratégicas de la organización? ¿Qué objetivos del proyecto apoyan estas metas? Los objetivos deben ser medibles y dependerán de la prioridad definida de las restricciones del proyecto</i>)
Requisitos de aprobación (<i>¿Qué elementos necesitan ser aprobados para el proyecto y quien los aprobará? ¿Qué determina el éxito?</i>)
Riesgos de alto nivel del proyecto (<i>Amenazas y oportunidades potenciales para el proyecto</i>)
Patrocinadores que autorizan el proyecto

Formato 4-1: Acta de constitución del proyecto

4.2.2 Identificación de interesados

Esta identificación se desarrolla a alto nivel sobre la matriz de poder interés con esta información (lista de interesados con atributos de poder – interés) se desarrolla el

registro de interesados como parte del plan de gestión de interesados en la fase planificación.

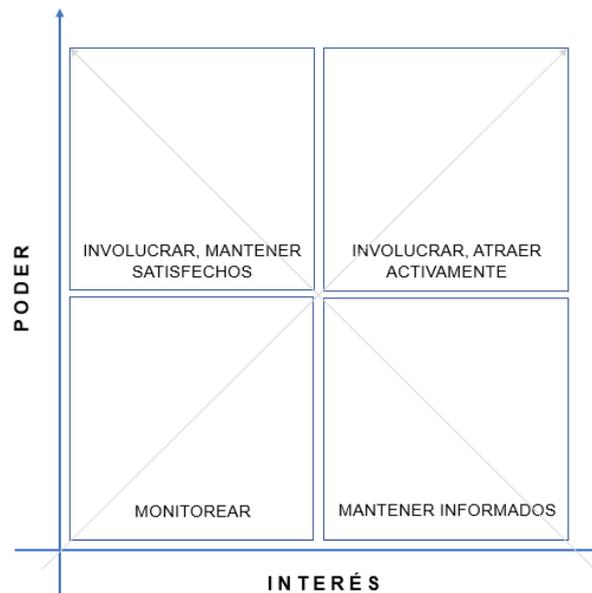


Figura 4-15: - Matriz Poder – Interés de interesados

Luego que el proyecto es formalmente aprobado se inicia la fase planificación que es donde se desarrolla el plan de gestión que está conformado por otros planes subsidiarios como el plan de gestión de interesados que detalle cómo se gestionará el proyecto a los interesados.

4.3 Plan de gestión del proyecto y planes subsidiarios

El plan de gestión de proyecto es un plan integrador de todos los planes de gestión (planes subsidiarios) en los que se describen las entradas para desarrollar cada plan, las herramientas para completarlo y las salidas, además las líneas base de alcance, costo y cronograma.

A continuación, se muestran los planes subsidiarios que forman parte del Plan de proyecto y los documentos del proyecto, el Project Manager define que planes de gestión y que documentos del proyecto deben ser usados y esto depende de factores como la necesidad del proyecto, sector en el que se desarrolla el proyecto, tiempo de duración del proyecto, madurez de la organización, etc.

Plan para la dirección del Proyecto	Documentos del Proyecto	
1. Plan para la gestión del alcance	1 Atributos de calidad	19. Mediciones de control de calidad
2. Plan de gestión de requisitos	2 Lista de actividades	20 Métricas de calidad
3. Plan de gestión del cronograma	3 Registro de supuestos	21 Informe de calidad
4. Plan de gestión de los costos	4 Base de estimaciones	22 Documentación de requisitos
5. Plan de gestión de calidad	5 Registro de cambios	23 Matriz de trazabilidad - requisitos
6. Plan de gestión de los recursos	6 Estimaciones de costos	24 Estructura de desglose de recursos
7. Plan de gestión de las comunicaciones	7 Pronósticos de costos	25 Calendario de recursos
8. Plan de gestión de los riesgos	8 Estimación de duración	26 Requisitos de los recursos
9. Plan de gestión de las adquisiciones	9 Registro de incidentes	27 Registro de riesgos
10. Plan de los interesados	10 Registro de lecciones aprendidas	28 Informe de riesgos
11. Plan de los cambios	11 Lista de hitos	29 Datos del cronograma
12. Plan de gestión de la configuración	12 Asignaciones de recursos físicos	30 Pronósticos del cronograma
13. Línea base del alcance	13 Calendario del proyecto	31 Registro de interesados
14. Línea base del cronograma	14 Comunicaciones del proyecto	32 Acta de constitución del equipo
15. Línea base de costos	15 Cronograma del proyecto	33 Documentos de prueba
16. Línea base para medir desempeño	16 Diagrama de red de cronograma	
17. Descripción del ciclo de vida del proyecto	17 Enunciado del alcance del proyecto	
18. Enfoque de desarrollo	18 Asignaciones del equipo del proyecto	

Tabla 4-5: - Planes y documentos para la dirección del proyecto – Fuente PMBOK 6

4.3.1 Lista de hitos de control (Milestones)

La lista de hitos se usa para el control de un entregable clave del proyecto, esta detallada en el contrato y define el rendimiento del proyecto en un punto definido en el cronograma. Los hitos clave del proyecto pueden estar asociados al segundo nivel de la estructura de desglose de trabajo (EDT), apartado 4.4.5 e incluir hitos intermedios que responden a las necesidades o funcionalidades del producto.

Lista de hitos de Proyecto					
ID EDT	Descripción de Hitos	Planificado	Real	Comentarios	Estado
1.1	Diseño	31.03.21	31.03.2021		Completado
1.2	Management	20.05.21	10.06.2021		Completado
1.3	Producción	13.07.2021			En progreso
1.4	Instalaciones				No iniciado
1.4.1	Sistema HVAC				No iniciado
1.4.2	Sistema domótico				No iniciado
1.5	Transición				No iniciado

Formato 4-2: Lista de hitos del proyecto

4.3.2 Reuniones de seguimiento y formatos:

Las reuniones de seguimiento analizan indicadores de rendimiento para el cronograma (SPI), el costo (CPI), variación del cronograma (SV) y la variación del costo (SC), estas reuniones de seguimiento tendrán una duración estimada de 1hr para cada proyecto con una frecuencia semanal.

A fin de que la información sea documentada se han creado formatos en cada plan de gestión que permitan crear base del conocimiento de la organización y aseguren el uso de las lecciones aprendidas y los activos de los procesos de la organización en futuros proyectos.

4.3.3 Evaluación del desempeño del proyecto

Le técnica del valor ganado se usará para evaluar el rendimiento del proyecto tomando como referencia las líneas base de alcance, coste y tiempo.

Valor planificado (Planned value) PV: Es el presupuesto aprobado para el desarrollo del trabajo.

Valor ganado (Earn value) EV: Es la medida del trabajo realizado definido en el presupuesto, es el avance real de la actividad.

Costo actual (Actual cost) AC: Es el costo real acumulado para el trabajo realizado.

Estos conceptos se usan para medir el desempeño del proyecto en valor a dos indicadores de desempeño:

Indicador de rendimiento del coste – Cost Performance Index (CPI), que representa el rendimiento de cada € invertido y el Indicador de rendimiento del cronograma – Schedule Performance Index (SPI).

MINUTA DE REUNIÓN		ID Proyecto	1906AC
Proyecto		Fecha	
Agenda			
<input type="checkbox"/> Revisión de indicadores de desempeño CPI -SPI - CV - SV <input type="checkbox"/> Revisión de solicitudes de cambios <input type="checkbox"/>			
Reunión Convocada por:			
Hora		Duración	
Lugar			
Participantes			
Nombre:		Empresa:	
1			
2			
3			
4			
Compromisos asumidos			
Tema	Responsable	Fecha y/o compromiso pactado	
Temas pendientes			
Tema	Responsable	Fecha y/o compromiso acordado	
Próxima reunión			
Fecha:		Responsable de convocarla:	

Formato 4-3: Minuta de reunión

4.3.4 Líneas base

Las líneas base sobre las que se usan para medir el rendimiento del proyecto son:

Línea base de alcance que define las actividades que debemos completar para entregar el producto se conforma de la Estructura de Desglose de trabajo (EDT) y el diccionario de la EDT.

Línea base del cronograma es el cronograma del proyecto validado por los interesados clave del proyecto al final de la fase planificación.

Línea base del costo es el presupuesto del proyecto validado por los interesados del proyecto y es la suma de los costos de las actividades.

4.3.5 Umbrales de control

De los valores obtenidos por los indicadores de desempeño tenemos.

$CPI > 1$ Proyecto con costo real menor al presupuestado

$CPI = 1$ Proyecto con costo real igual al presupuestado

$CPI < 1$ Proyecto con costo real mayor al presupuestado

$SPI > 1$ Proyecto adelantado respecto al cronograma

$SPI = 1$ Proyecto tiene un avance igual al planificado

$SPI < 1$ Proyecto retrasado respecto al cronograma

4.3.6 Plan de gestión de cambios

El plan de gestión de cambios es un plan adicional a los planes subsidiarios y asegura la continuidad del proyecto, el plan articula las acciones preventivas y correctivas que serán ejecutadas luego de validar que los cambios solicitados no produzcan la corrupción del alcance.

Las solicitudes de cambio son parte de la agenda de las reuniones de seguimiento del proyecto.

Los cambios en el proyecto se detallan en el registro de cambios, al finalizar el proyecto este registro pasa a formar parte de los activos de los procesos de la organización.

4.3.7 Aceptación de entregables

A lo largo del proyecto se tiene dos tipos de entregables, los intermedios y el entregable final del proyecto “el producto” los que se completan a lo largo y al final del proyecto con la aprobación formal del cliente, el detalle del trabajo a realizar para completar los entregables y el criterio de aceptación de cada uno de ellos se detalla en el diccionario de la EDT.

4.3.8 Registro de lecciones aprendidas

El registro de lecciones aprendidas incluye la descripción de la situación, su impacto, los riesgos negativos o positivos a las que está expuesta, las acciones correctivas y/o preventivas planteadas para mejorarla y evitar desviaciones en las líneas base durante el desarrollo de actividades; al final de cada fase el registro será actualizado.

Documentos multimedia y otros medios, pueden ser usados para documentar el conocimiento dentro del registro de lecciones aprendidas, por parte de los interesados involucrados en el desarrollo del proyecto.

El registro de lecciones aprendidas es el repositorio de las lecciones aprendidas y es de utilidad para proyectos futuros ya que muestra a alto nivel los puntos fuertes y los puntos de mejora que el equipo deberá atender para asegurar su eficiencia.

LECCIONES APRENDIDAS				ID Proyecto	1906AC
Proyecto				Fecha	26.03.2019
Ubicación	Calle Dr. Marañón 44-50, 08028 – Barcelona			Departamento	Producción
Ciclo de vida -	Inicio <input type="checkbox"/>	Planificación <input checked="" type="checkbox"/>	Ejecución <input checked="" type="checkbox"/>	Monitoreo <input type="checkbox"/>	Cierre <input type="checkbox"/>
Áreas de conocimiento	Integración <input type="checkbox"/>	Alcance <input type="checkbox"/>	Cronograma <input type="checkbox"/>	Costos <input checked="" type="checkbox"/>	Calidad <input type="checkbox"/>
	RR. HH <input type="checkbox"/>	Comunicaciones <input type="checkbox"/>	Riesgos <input type="checkbox"/>	Adquisiciones <input type="checkbox"/>	Interesados <input type="checkbox"/>

Reportado por	Evento	Impacto	Que se hizo bien	Que se puede mejorar
Antonio Castro	El revestimiento (VESCON 2618.56) en sala fitness no fue aceptado por el cliente.	Cronograma – Retrasa la entrega en 2 semanas. Presupuesto -Incrementa el coste de la partida en 1700€	-	La recolección detallada de requerimientos del cliente Incluyendo especificaciones del acabado del material a colocar en cada sala.
Antonio Castro	No se diseñó en el trasdosado el acceso (1.30m x 1.0m) para registrar la máquina de AC	Cronograma – Retrasa la entrega en 1 semana. Presupuesto -Incrementa el coste de la partida en 700€	-	No se incluyo a los interesados clave (jefe de mantenimiento) en el desarrollo de este paquete de trabajo.

Formato 4-4: Lecciones aprendidas

REGISTRO LECCIONES APRENDIDAS		ID Proyecto	1906AC
Proyecto		Fecha	26.03.2019
Ubicación	Calle Dr. Marañón 44-50, 08028 – Barcelona	Departamento	Producción

Categoría	Impacto Cronograma	Impacto Presupuesto	Fase	Área de conocimiento	Mas información
Revestimiento	2 semanas	1 700 €	Ejecución	Costos / Cronograma	Ver
Diseño trasdosado	1 semana	700 €	Ejecución	Costos / Cronograma	Ver

Formato 4-5: Registro de lecciones aprendidas

4.3.9 Aprobación del Plan de dirección del proyecto

El plan de proyecto se completa al final de la fase planificación, antes de iniciar la fase ejecución el plan será validado por el cliente de esta manera se formaliza el compromiso y la aprobación de los interesados a que el proyecto se gestione con la metodología definida en el plan.

4.4 Plan de gestión del alcance

Describe como planificas gestionas y controlas los requerimientos y el alcance del proyecto. Para generar el plan del alcance se debe tener en cuenta cómo se va a lograr el alcance, la colección de requisitos, las herramientas para planificar el proyecto, la creación de la EDT, el diccionario de la EDT, los activos de los procesos de la organización y los criterios de aceptación de los entregables.

4.4.1 Recolección de requisitos.

La definición de los requisitos de los proyectos está alineada con los objetivos definidos en el acta de constitución, los requisitos pueden estar relacionados con la calidad, definir funcionalidades que los interesados esperar tener del producto o solicitudes acerca de cómo se debe gestionar el proyecto.

4.4.2 Técnicas y herramientas a utilizar

La recopilación de requisitos se desarrolla en un trabajo conjunto con los interesados del proyecto el que se apoya en otros componentes del plan de gestión de alcance.

- Entrevistas: periódicas al cliente e interesados son clave para afinar los alcances establecidos en el contrato y los requerimientos de los principales usuarios.
- Técnicas grupales: desarrollan técnicas como tormenta de ideas para la captura de requisitos del proyecto y del producto. Esta información es recolectada y compartida a todos los interesados.

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE REQUISITOS				ID Proyecto	1906AC
Proyecto				Fecha	26.03.2019
Ubicación	Calle Dr. Marañón 44-50, 08028 – Barcelona			Departamento	Project Management
Ciclo de vida	Inicio <input type="checkbox"/>	Planificación <input checked="" type="checkbox"/>	Ejecución <input type="checkbox"/>	Monitoreo <input type="checkbox"/>	Cierre <input type="checkbox"/>

ID Requisito	Descripción	Solicitado por	Categoría	Prioridad (MosSCoW)	Criterio de aceptación
01	Característica, funcionalidad o condición que se requiere tener el producto o proyecto	Nombre del Interesado quien solicita este requisito	Categoría o grupo a la que pertenece el requisito (funcional, técnico, operacional, KPI, Calidad)	Must have, should have, Could have, Won't have	Criterio que el requerimiento debe tener para ser aceptado.
02	Característica, funcionalidad o condición que se requiere tener el producto o proyecto	Nombre del Interesado quien solicita este requisito	Categoría o grupo a la que pertenece el requisito (funcional, técnico, operacional, KPI, Calidad)	Must have, should have, Could have, Won't have	Criterio que el requerimiento debe tener para ser aceptado.
03	Característica, funcionalidad o condición que se requiere tener el producto o proyecto	Nombre del Interesado quien solicita este requisito	Categoría o grupo a la que pertenece el requisito (funcional, técnico, operacional, KPI, Calidad)	Must have, should have, Could have, Won't have	Criterio que el requerimiento debe tener para ser aceptado.

Formato 4-6: - Formato de recolección de requisitos – fuente Stakeholdermap (2do cuadro)

- Para la definición del alcance del proyecto, se toma en cuenta el Acta de Constitución del proyecto y el contrato lo que permite formular el enunciado del proyecto
- Juicio de experto: el apoyo del personal o de proveedores se podrá definir los requisitos del proyecto / producto con un mayor detalle. (Una carta de intención podría asegurar la colaboración de proveedores).

4.4.3 Creación de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

Esta herramienta permite tener un visión general del proyecto garantizado su gestión descomponiendo el trabajo en partes más pequeñas que se puedan planificar, gestionar y completar (paquetes de trabajo) e identificando la relación entre entregables.

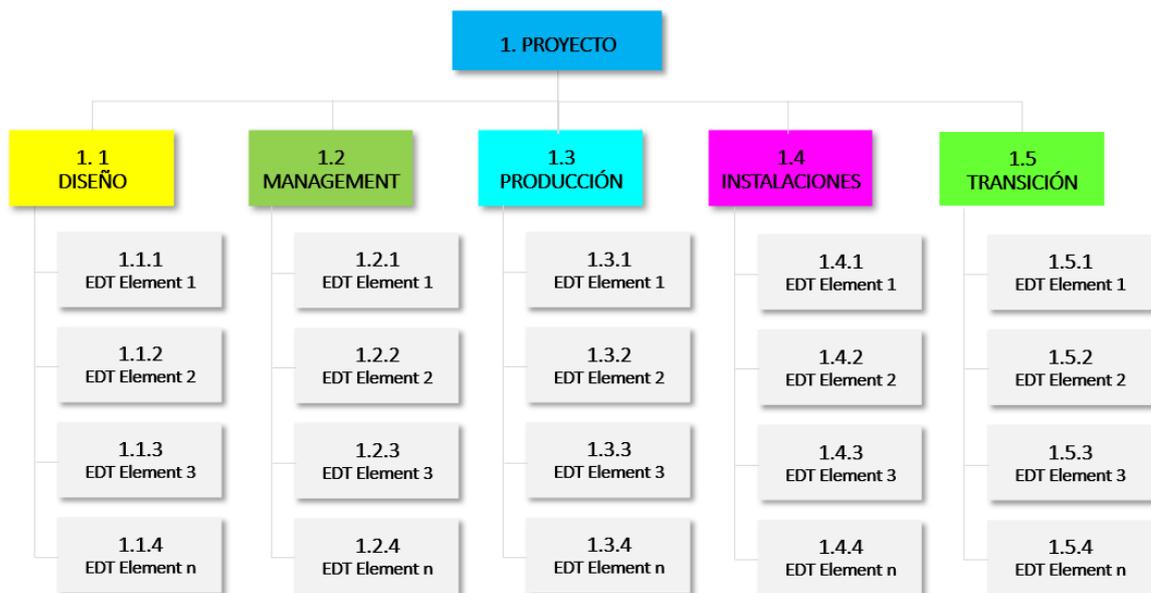


Figura 4-16: Estructura de Desglose de Trabajo - EDT

Todo lo que sucede en la planificación después de la creación de la EDT está relacionada con al EDT, los costos del proyecto y el tiempo se estiman al nivel del paquete de trabajo o actividad, no solo para el proyecto en su totalidad. Los riesgos se identifican por paquete de trabajo no solo para el proyecto en su totalidad. Los

paquetes de trabajo se asignan a personas o partes de la organización ejecutante, dependiendo del tamaño del proyecto (Mulcahy, 2018)

Los niveles de la EDT tienen una numeración para poder ser identificados en otros artefactos de la gestión del alcance como el diccionario de la EDT o en el presupuesto dentro del plan de gestión de costes.

4.4.4 Diccionario de la Estructura de Desglose de Trabajo

En el diccionario EDT se describe detalladamente cada entregable y paquete de trabajo, y evita la corrupción de alcance evitando variaciones producidas por un incremento de requerimientos, una pobre comunicación entre interesados del proyecto y una falta de lo que necesita para alcanzar los objetivos del proyecto.

4.4.5 Identificación y clasificación de los cambios del proyecto

El Project Manager es el responsable de la identificación de los cambios de alcance que se sucedan a lo largo del proyecto.

Los cambios se pueden parametrizar de la siguiente manera:

- Pequeños: No afectan significativamente costo del proyecto.
- Mediano: El desempeño global del proyecto se vea afectado hasta en un 5% por encima de lo presupuestado y no afecte el plazo propuesto.
- Grande: El desempeño global del proyecto se vea afectado hasta en un 10% por encima de lo presupuestado y afectará levemente el plazo estipulado.
- Muy grande: El desempeño global del proyecto se vea afectado por más del 10% por encima de lo presupuestado y afectará significativamente el plazo planteado.

DICCIONARIO DE LA EDT			
Proyecto		ID Proyecto	1906AC
ID – Cta. Control /EDT	(N°) Paquete de trabajo	Fecha Actualización	Responsable

Descripción del entregable del paquete de trabajo
Trabajo necesario para producir el entregable
Criterios de aceptación <i>(Como saber si el trabajo/entregable es aceptable)</i>
Restricciones y supuestos
Métricas de calidad
Documento de origen técnico
Riesgos
Recursos asignados
Duración
Hitos del cronograma
Costo
Fecha Límite <i>(Vencimiento)</i>
Interdependencias Antes del paquete de trabajo: Después del paquete de trabajo:
Aprobado por: Project Manager Fecha:

Formato 4-7: Diccionario de la EDT – fuente Exam Prep – Rita Mulcahy

4.4.6 Solicitud de cambio

La solicitud de cambio permite a un interesado proponer un cambio, mejora e incrementar la funcionalidad del producto.

SOLICITUD DE CAMBIO			
Proyecto		ID Proyecto	
Solicita:		Fecha:	
Fase:		ID EDT	
Descripción del Cambio			
Impacto Estimado			
Cronograma		Costo	
Otros			
Descripción de la Solución			
<input type="checkbox"/> Documentación Asociada	<input type="checkbox"/> Autorizado CCC (S/N)	Fecha:	
Categoría			
Impacto Real			
Esfuerzo (horas):	Costo:	Documentos:	
Realizado por:			Fecha:
Aprobado por:			

Formato 4-8: Solicitud de cambio

4.4.7 Procedimiento de control de cambios

A continuación, se muestra el flujo de una solicitud de cambio para la que se identifican 3 actores principales, el solicitante, el Project Manager / Project Manager y el comité de gestión de cambios, la conformación de este comité depende de la magnitud del proyecto.

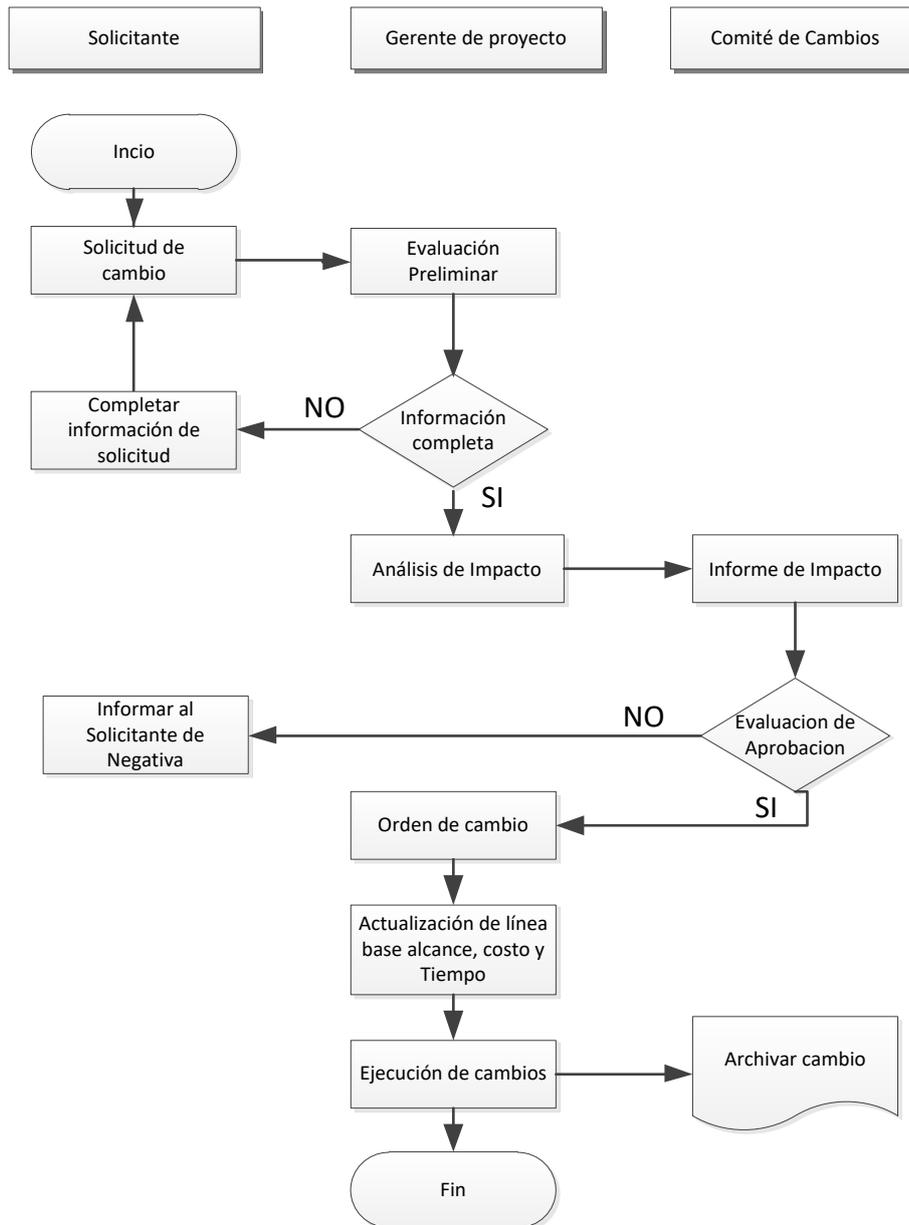


Figura 4-17: Flujo de solicitud de cambio

- La solicitud del cambio puede ser presentada por el Project Manager / Project Manager o algún interesado, el impacto de esta solicitud será evaluada antes de ser presentada al Comité de Cambios, quienes aprobarán la solicitud, evaluando los impactos en costo, tiempo y/o alcance del proyecto.
- Una vez que el control de cambios haya sido aprobado, se aplicará esta solicitud de cambio al alcance en el proyecto y se actualizan los planes que han sido impactado por el cambio.
- La comunicación del cambio es comunicada a todos los interesados a través de los canales establecidos de comunicación, dejando precedente del cambio a todo nivel del proyecto.

4.4.8 Registro de cambios

Aporta una visión general de los cambios realizados en proyectos anteriores sin necesidad de entrar en el detalle de cada cambio. El registro de cambios forma parte de los activos de los procesos de la organización.

Cada cambio tiene un identificador que está asociado con el ID EDT, el desarrollo de esta configuración asegura la trazabilidad de las actividades en la documentación del proyecto y durante su ciclo de vida.

REGISTRO DE CAMBIOS		ID Proyecto	1906AC
Proyecto		Fecha	26.03.2019
Ubicación	Calle Dr. Marañón 44-50, 08028 – Barcelona	Departamento	Project Management

ID EDT	Descripción	Solicitado por	Categoría	Fase de proyecto	Estado
1.2.3	Descripción descrita en la solicitud de cambio	Nombre del Interesado quien solicito el cambio	Requisitos, diseño, mejora, malentendido, calidad, especificaciones, legal, ambiente, otros	Inicio, planificación, ejecución, cierre	Aprobado – No aprobado

Formato 4-9: Registro de cambios

4.5 Plan de gestión del cronograma

Describe los procesos necesarios para completar el proyecto dentro del plazo acordado. El plan desarrolla el cronograma Gantt secuenciado el que permite analizar la ruta crítica del proyecto y establecer la línea base de tiempo del proyecto.

El concepto es sencillo: hacer una planificación técnica de obra con los industriales. La ventaja del LPS es que te da una estructura y unos procedimientos que hacen que la planificación se sistematice y con una gran participación y compromiso de las subcontratas. Tiene un “framework” muy parecido a la metodología Scrum que se utiliza en Agile Project Management. (Seiler, 2019)

Incorporar Last Planner System (LPS) a la gestión del cronograma permitirá el equipo de proyecto tener una visión general del proyecto con objetivos alcanzables. La entrada para desarrollar el plan de gestión del cronograma será la Estructura de desglose de trabajo (EDT).

4.5.1 Last planner system

Para completar el plan se desarrollan talleres de trabajo con los equipos involucrados en el proyecto (Contratas, subcontratas, proveedores de servicios, etc.) en los que se completa información a lo largo de 4 stages consecutivos los que enfocan su desarrollo en minimizar el desperdicio y asegurar el flujo de trabajo, estos escenarios son parte de los elementos del Last Planner System.



Figura 4-18: Tipos de desperdicio en proyectos de construcción

Las salidas de cada fase será una entrada con información para la siguiente.

- Planificación de hitos (Milestone planning).

El cronograma de hitos define una fecha de cumplimiento y se desarrolla en la fase planificación, sirve para describir las acciones, obligaciones contractuales y condiciones con las que debe cumplir el proyecto.

La lista de hitos permite desarrollar la planificación de hitos (Pull planning) e identifica indicadores de desempeño con lo que se controlará el proyecto.

- Planificación pull (Pull planning).

Descompone el cronograma de hitos en partes más pequeñas y trabajables.

El equipo de proyecto guía la Pull Session en la que participan todos los equipos que desarrollan el proyecto.

La Pull planning se realiza de derecha a izquierda, sobre la que se actividades y sus predecesoras analizando que se necesita hacer para iniciar la actividad mostrada, para esto se crean tarjetas con atributos para cada una de las actividades, los atributos de cada tarjeta pueden variar en cada proyecto.

- Nombre del Contratista
- Área de trabajo
- Actividad predecesora
- Restricciones para esta actividad
- Duración de la actividad en días
- Cantidad de personas en esta actividad

La valida y actualiza (estimación realista) el Milestone planning, define la secuencia del trabajo físico por áreas y sus duraciones e identifica las actividades o recursos que bloquean el flujo de trabajo.

- Planificación a 6 semanas vista (Six lookahead planning).

Descompone con mayor detalle las restricciones del flujo, entregas, la productividad y las secuencias de actividades del proyecto.

Este desarrollo es visual sobre tableros que permiten asignar tareas diarias y semanales a cada equipo de desarrollo. El trabajo colaborativo de estos equipos permite crear un registro que describe las restricciones de actividades, asignar un responsable de liberarlas, así como una fecha de liberación, esta identificación temprana de restricciones asegura que el desarrollo del proyecto no presente variaciones que impidan su entrega.

- Planificación del trabajo semanal (Weekly work planning)

En esta parte del Last Planner System se analiza las actividades completadas y se plantea el desarrollo semanal de las actividades siguientes, si se presentan variaciones se analiza la estrategia para reconducir la planificación comprimiendo el cronograma (Crashing) o implementando una ejecución rápida (Fast tracking).

4.5.2 Control del cronograma

- Porcentaje de plan completado.

Este indicador mide la confiabilidad del equipo planificando y mide el porcentaje de actividades completadas al 100%, se calcula en base a criterios binarios SI o NO, si la tarea es completada al 100% es SI y si la tarea está en 99% completada es NO.

$$PPC (100\%) = \frac{N^{\circ} \text{ DE ACTIVIDADES COMPROMETIDAS COMPLETADAS}}{N^{\circ} \text{ DE ACTIVIDADES COMPROMETIDAS PLANIFICADAS}} \times 100\%$$

- Schedule Performance Index (SPI)

La técnica de revisiones de desempeño basado en el análisis del Schedule Performance Index (SPI) analiza de forma periódica (semanal o quincenal) el rendimiento del proyecto en base al análisis del valor ganado, los parámetros para validar este indicador se definen en los requisitos del proyecto.

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

EV: Earn value (Valor ganado)

PV: Planned value (Valor planificado)

Las variaciones de tiempo son comunicadas a los interesados clave del proyecto, para de analizar si la variación del tiempo se debe a factores externos al avance real del trabajo u otras restricciones.

- Schedule Variance (SV)

Este indicador nos informa si el avance del proyecto respecto de su cronograma si este adelantado o atrasado

$$SV = EV - PV$$

EV: Earn value (Valor ganado)

PV: Planned value (Valor planificado)

REGISTRO DE RESTRICCIONES				ID Proyecto	1906AC
Proyecto				Fecha	26.03.2019
Ubicación	Calle Dr. Marañón 44-50, 08028 – Barcelona			Departamento	Project Management
Ciclo de vida	Inicio <input type="checkbox"/>	Planificación <input checked="" type="checkbox"/>	Ejecución <input type="checkbox"/>	Monitoreo <input type="checkbox"/>	Cierre <input type="checkbox"/>

ID EDT	Descripción de la restricción	Impacto de la restricción	Acción	Prioridad	Responsable de liberarla		Fecha Limite	Fecha real	Estado
					Empresa	Persona			

Formato 4-10: Registro de restricciones – Fuente: Juan Felipe Pons

4.6 Plan de gestión de costes

Estima y desarrolla las actividades que conforman la línea base del presupuesto conforme a la información obtenida en la gestión del alcance de este proyecto y el cronograma, verificando la disponibilidad y cantidad de recursos necesarios para desarrollar el proyecto.

Para desarrollar el plan de gestión de costes usaremos como entradas:

- Plan para la dirección del proyecto
- Estructura de desglose de trabajo EDT
- Diccionario de la EDT
- Registro de lecciones aprendidas
- Requisitos de financiamiento del proyecto
- Datos de desempeño del trabajo
- Activos de los procesos de la organización

4.6.1 Herramientas

- Métodos de estimación: Utilizaremos las siguientes herramientas:
 - Estimación análoga: Usa las estimaciones realizadas en proyectos anteriores o ejecutada en proyectos similares.
 - Estimación paramétrica: Esta técnica permite tomar datos históricos y calcular mediante parámetros de medición (€ / und de medida), los costos de las actividades según la línea del alcance.
- Para determinar presupuesto: se utilizará las siguientes herramientas y técnicas.
 - Juicio de expertos: Con el apoyo del personal especialista del área y/o con equipos de contratistas y subcontratistas que formarán parte del proyecto se podrá definir los costos con mayor exactitud.
 - Suma de costos: estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo a fin de establecer una línea base de costos.

- Para control de costo: Se controlan los factores que crean variaciones en los costos, se analizan estas variaciones y se aprueban los cambios en el presupuesto del proyecto. El plan de gestión de costos se revisa al inicio de cada fase del proyecto y es actualizado por el equipo de proyecto.
- Proyecciones: Los retrasos en el cronograma o sobrecostos permiten realizar una proyección futura, estableciendo indicadores del estado actual del proyecto.
- Gestión del valor ganado: para medir el desempeño y avance del proyecto en alcance, costo y tiempo.
- Software de gestión de proyectos: La información se ingresa en software de gestión de proyectos como Ms Project o Primavera P6 estos contemplan los atributos y duraciones de las actividades.

4.6.2 Estimaciones de costos

La estimación de costes se muestra a nivel de hitos nivel 2 de la EDT (1.1) en la que se resumen la sumatoria de los costes del nivel 3 de la EDT (1.1.1.) a estos dos niveles de estimación también se le conoce como estimación sobre cuenta de control. La reserva de contingencia que está determinada por el análisis de riesgos sobre las actividades del proyecto.

Las cifras mostradas en las tablas siguientes son referenciales.

Línea base del costo		
WBS	Nombre de tarea	Costo
1.1	DISEÑO	50 000,00 €
1.1.1	Actividad 1	50 000 €
1.2	MANAGEMENT	24 525,00 €
1.2.1	Actividad 2	12 225,00 €
1.2.2	Actividad 3	12 300,00 €
1.3	PRODUCCIÓN	87 720,00 €
1.3.1	Actividad 4	86 120,00 €
1.3.2	Actividad 5	1 600,00 €
1.4	INSTALACIONES	113 700,00 €
1.4.1	Actividad 6	62 210,00 €
1.4.2	Actividad 7	51 490,00 €
1.5	TRANSICCIÓN	75 591,00 €
1.5.1	Actividad 8	75 591,00 €
	Costo Directo	351 536,00 €
	Contingencia (8%)	28 122,88 €
	Costo Total	379 658,88 €

Formato 4-11: - Línea base del costo

4.6.3 Control del costo

La línea base de costo permite dar seguimiento al proyecto comparando su evolución real con lo planificado (información detallada en el financiamiento resumido), determinar las variaciones del presupuesto e iniciar acciones preventivas o correctivas. Los indicadores de desempeño validan el rendimiento e identifican variaciones del cronograma y presupuesto.

- Cost Performance Index.

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

EV: Earn value (Valor ganado)

AC: Actual cost (Costo actual)

- Cost Variance.

Este indicador describe si el proyecto está por encima o por debajo del presupuesto, se conoce como variación presupuestaria.

$$CV = EV - AC$$

EV: Earn value (Valor ganado)

AC: Actual cost (Costo actual)

4.6.4 Informe de rendimiento

Valida el desempeño del equipo de proyecto desde en análisis del valor ganado, el informe de rendimiento es una entrada para el controlar el alcance y se usa en las reuniones de seguimiento.

El informe de rendimiento muestra información del mes finalizado descrito en el financiamiento resumido.

Las actividades mostradas en el financiamiento resumido y en él informe de rendimiento tienen el ID de la Estructura de desglose de trabajo con el fin mantener la integridad de los atributos de las actividades y facilitar la búsqueda de información de estas actividades en todos los documentos del proyecto.

FORMATO DE FINANCIAMIENTO RESUMIDO										
EDT	Nombre de tarea	Costo Total	Mes 01 Junio	Mes 02 Julio	Mes 03 Agosto	Mes 04 Setiembre	Mes 05 Octubre	Mes 06 Noviembre	Mes 07 Diciembre	Mes 08 Enero
1.1	DISEÑO	50 000 €	5 000 €	17 000 €	20 000 €	11 000 €				
1.1.1	Actividad	50 000 €	5 000 €	17 000 €	20 000 €	11 000 €				
1.2	MANAGEMENT	24 525,00 €	2 000 €	3 500 €	4 000 €	4 000 €	3 000 €	3 500 €	3 000 €	1 525 €
1.2.1	Actividad	12 225,00 €	1 000 €	2 500 €	2 000 €	2 000 €	2 000 €	2 500 €	1 500 €	1 000 €
1.2.2	Actividad	12 300,00 €	1 000 €	1 000 €	2 000 €	2 000 €	1 000 €	1 000 €	1 500 €	525 €
1.3	PRODUCCIÓN	87 720,00 €								
1.3.1	Actividad	86 120,00 €								
1.3.2	Actividad	1 600,00 €								
1.4	INSTALACIONES	113 700,00 €								
1.4.1	Actividad	62 210,00 €								
1.4.2	Actividad	51 490,00 €								
1.5	TRANSICIÓN	75 591,00 €								
1.5.1	Actividad	75 591,00 €								
%	Costo Directo	351 536.00 €								
0.08	Contingencia	28 122,88 €								
Costo Total		379 658,88 €								

Formato 4-12: Financiamiento resumido

Informe de Rendimiento							Mes01 junio		
EDT	Nombre del entregable	Presupuesto Planificado	Valor ganado	Coste adicional	Variación del Costo	Variación del cronograma	Índice de Rendimiento		Estado del EDT
		PV	EV	AC	CV= EV-AC	SV= EV - PV	Coste CPI=EV/AC	Cronograma SPI=EV/PV	
1.1	DISEÑO	50 000 €			0.0	0.0	1.00	1.00	Ejecución
1.1.1	Actividad	50 000 €	5 000 €	5 000 €	0.0	0.0	1.00	1.00	Ejecución
1.2	MANAGEMENT	24 525,00 €							
1.2.1	Actividad	12 225,00 €							
1.2.2	Actividad	12 300,00 €							
1.2.4	PRODUCCIÓN	87 720,00 €							
1.3	Actividad	86 120,00 €							
1.3.1	Actividad	1 600,00 €							
1.3.2	INSTALACIONES	113 700,00 €							
1.3.3	Actividad	62 210,00 €							
1.4	Actividad	51 490,00 €							
1.4.1	TRANSICIÓN	75 591,00 €							
1.4.2	Actividad	28 122,88 €							
Costo Total		379 658,88 €							

Formato 4-13: Informe de rendimiento

4.7 Plan de gestión de calidad

Este plan define los lineamientos para el aseguramiento y control de calidad, a seguir durante el proyecto de obtener la satisfacción del cliente.

4.7.1 Equipo de gestión de calidad

Será el encargado de desarrollar el plan de gestión de calidad y gestionar su desarrollo a lo largo del proyecto, las entradas para desarrollar el plan de control de calidad son el acta de constitución, la EDT, el diccionario de la EDT, el cronograma y el presupuesto.

Director de proyecto (Project Manager):

- Desarrolla el plan gestión de calidad.
- Valida los cambios del plan de gestión de calidad.
- Es el responsable máximo de la gestión de calidad.
- Valida los entregables de la gestión del proyecto.

Jefe de obra

- Desarrolla el plan de calidad.
- Es el responsable directo de todo lo relacionado a la obra
- Desarrolla la programación de las auditorias de calidad.
- Realiza la evaluación del cumplimiento de especificaciones técnicas y correcto procedimiento constructivo.

Jefe QA/QC:

- Desarrolla el plan de gestión de calidad.
- Informa al Project Manager del funcionamiento del sistema de control de calidad (SGC), incluyendo las necesidades de mejora y las desviaciones relacionadas.
- Responsable de control de calidad de los entregables.

- Desarrolla el seguimiento al plan de calidad del proyecto, esto incluye las no conformidades, acciones correctivas y preventivas.
- Verificar y garantizar que las actividades de aseguramiento de la calidad sean ejecutadas, así como un adecuado manejo de sus registros.
- Coordinar las auditorías externas.
- Realizar y supervisar las auditorías internas de calidad de acuerdo al cronograma.
- Garantizar que los entregables correspondientes cumplan con los requerimientos del cliente y cumplan con los estándares del proyecto.
- Asegurar el conocimiento de las necesidades del cliente en todos los niveles de la empresa.
- Controlar y archivar la documentación de calidad generada y recibida en obra.

4.7.2 Procesos de gestión de calidad

Los procesos para gestionar la calidad son las siguientes:

Planificación, aseguramiento (las auditorías a realizar pueden ser de dos tipos: interna y externa) y el control de calidad, que se desarrolla para determinar si se cumplen o no las normas, estándares y procedimientos y la revisión de solicitudes de cambio para verificar su implementación.

Estos tres procesos se desarrollan sobre un enfoque de mejora continua, (Ciclo de Deming).



Figura 4-19: Ciclo de Deming

4.7.2.1 Planificar la calidad.

Para apoyar el desarrollo del proceso de planificar la calidad se incluirán procedimientos que permitirán el desarrollo de auditorías asegurando el nivel de calidad esperando y descrito en los requerimientos del cliente.

Procedimientos para la calidad				
Proyecto				
Ítem	Código	Descripción	V.	Fecha
1	PC-47.1	Procedimiento de control de documentos.	V1	Feb-14
2	PC-47.2	Procedimiento de control de registros.	V1	Feb-14
3	PC-47.3	Procedimiento de la recolección de requisitos.	V1	Feb-14
4	PC-47.4	Procedimiento de auditorías internas.	V1	Feb-14
5	PC-47.5	Procedimiento de productos conforme y no conforme.	V1	Feb-14
6	PC-47.6	Procedimiento de acciones correctivas y preventivas.	V1	Feb-14
7	PC-47.7	Procedimiento de control de cambios	V1	Feb-14
8	PC-47.8	Procedimiento de comunicación interna y externa.	V1	Feb-14
9	PC-47.9	Procedimiento de análisis de KPIs	V1	Feb-14

Formato 4-14: Lista de procedimientos para la calidad

El proceso de planificar la calidad permite desarrollar métricas de calidad para el proyecto y para el producto definiendo de esta manera una línea base sobre la cual se enfoca el proceso de asegurar la calidad.

La información mostrada en el *formato 4-32: Métricas de calidad de proyecto / producto* describe el beneficio del formato y no corresponde a datos analizados en el apartado 3.2.4.

Métricas de calidad del proyecto							
N°	Que queremos medir	Objetivos del Proyecto	Indicador	Métrica	Fuentes de datos	Frecuencia	Responsable
1	Informes mensuales	Cumplimiento de entrega de los informes mensuales para el cliente.	Acta de conformidad aprobadas	100%	Plan de gestión de proyecto	Cada fin de mes	Project Manager
2	Desempeño del proyecto	Analizar las desviaciones de costo y tiempo.	Valor ganado, índices de costo y tiempos	0.95 >= SPI >= 1.05 0.95 >= CPI >= 1.05	Plan de gestión de alcance	Cada semana	Project Manager
3	Satisfacción "Ambiente laboral del proyecto"	Medir la satisfacción del equipo del proyecto.	Encuestas	>= 90%	Lecciones aprendidas	Cada fin de mes	Project Manager
Métricas de calidad del producto							
N°	Que Queremos Medir	Objetivos del Proyecto	Indicador	Métrica	Fuentes de datos	Frecuencia	Responsable
1	Movimiento de tierra	Garantizar la adecuada compactación del terreno.	Ensayos aprobados	95% - 97%	Registro de Control	2 días	Project Manager
2	Hormigón armado	Garantiza la resistencia a la compresión del concreto según diseño.	% de ensayos aprobados - 210 kg/cm2 a los 28 días	> 95%	Proceso de control de calidad	En función a vaciado aprox. 4 a 7 días	Project Manager
3	Instalaciones	Garantiza la adecuada presión en tuberías y estanqueidad en cisternas.	Presión de servicio	0.5 - 1 bar	Registro de Control	Semanal	Project Manager
4	Estructuras metálicas	Garantiza el correcto montaje de estructuras y cerramientos.	Prueba de torque y soldadura aprobada	> 90 % Aprobadas	Registro de Control	Semanal	Project Manager

Formato 4-15: Métricas de calidad de proyecto / producto

4.7.2.2 Aseguramiento de la calidad.

Para asegurar la calidad se analiza el desempeño del trabajo sobre la línea base de calidad definida en el proceso de planificar calidad.

- Acciones correctivas

El director del proyecto y el jefe de QA/QC desarrollan acciones correctivas para eliminar la causa de las no conformidades y minimizar desviaciones que puedan impactar al proyecto. Estas acciones serán documentadas en formato electrónico y pasarán a formar parte de los procesos de los activos de la organización.

- Acciones preventivas

El Project Manager con el soporte del jefe de QA/QC determina acciones para eliminar las causas de las no conformidades potenciales y evitar su ocurrencia.

- Lista de control de calidad

Esta herramienta será usada para verificar que se hayan realizado los pasos requeridos.

Para esto se utilizarán las listas de chequeo las mismas que serán utilizadas por el Project Manager en las auditorías internas.

4.7.2.3 Control de la calidad.

En este proceso se supervisa la calidad de los procesos analizando dos variables definidas en el proceso de planificación, el indicador que define la fase del ciclo de vida del proyecto en la cual estamos controlando la calidad y la métrica que determina si necesitamos desarrollar una acción preventiva, correctiva o una solicitud de cambio. Esta toma de decisiones se basa en los umbrales que define el Project Manager sobre las métricas de calidad para el proyecto y producto.

4.8 Plan de gestión de los interesados

El plan de gestión de interesados define la estrategia para gestionar los interesados con la información recolectada en la matriz de interesados.

4.8.1 Registro de interesados

EL registro de interesados detalla la información de los interesados en el proyecto, identificándolos con atributos como el nivel de poder e interés en el proyecto y la estrategia para gestionarlos.

4.8.2 Estrategia para gestionar interesados

Según su la ubicación de los interesados en la matriz poder – interés) se tomarán las acciones descritas en la matriz para gestionar los interesados durante el proyecto.

Con el registro de interesados completado se puede iniciar la gestión de los interesados analizando su calificación actual y la calificación que debe tener al finalizar el proyecto de manera que se encuentra el equilibrio para satisfacer a todos los interesados.

El beneficio de este proceso es minimizar reclamaciones a las actividades del proyecto de interesados que no fueron identificados correctamente en función de su poder / interés.

Un elemento imprescindible en la gestión de los interesados es la comunicación, porque permitirá un feedback (retroalimentación 360°) durante el ciclo de vida del proyecto.

Registro de interesados									
ID	Interesado	Tipo	¿Cómo se siente impactado por el proyecto?	Cargo/Rol/Función	Área - Dpto. Organización	Email de Contacto	Principal(es) Necesidad(s)	Principal(es) Expectativa(s)	Principal (es) Requerimiento (s)
1.00	M.R.Q	Externo	Impacto Positivo	Cliente		martar@xv.com	Construir la planta	Culminar en plazo estimado y tener mayor utilidad	No exceder costos ni tiempo
2.00	J.L. P	Externo	Impacto Positivo	Coordinador Cliente y empresa Grupo Beta		jlauchun@wie.es	Que se cumpla con la construcción según las indicaciones de Armando Rosas Rojas	Culminar en plazo estimado y cumpla con los requerimientos solicitados	No exceder en costos ni tiempo
3.00	L.F. Y	Interno	Impacto Positivo	Gerente general	Grupo Beta	lfuente@touch.es	Concretar el proyecto	Tiempo y costo esperado	No exceder en costos ni tiempo
4.00	A.C. F	Interno	Impacto Positivo	Project Manager	Grupo Beta	acastro2@bt.es	Concretar el proyecto	Tiempo y costo esperado	No exceder en costos ni tiempo
5.00	Ayuntamiento	Externo	Impacto Positivo	Fiscalizador	Ayuntamiento		Cumpla con reglamentación	Pago de arbitrios	Recaudar valor esperados anuales
6.00									
7.00									

Formato 4-16: Registro de interesados del proyecto.

Estrategias de gestión de interesados									
ID	Interesado	Descripción de su comportamiento	Clasificación Actual	Clasificación Deseada	Nivel de Autoridad (poder)	Nivel de Influencia	Nivel de Interés o participación	Nivel de Impacto	Nivel de Urgencia
1.00	M.R. Q	Dispuesto a atender coordinaciones	Líder	Partidario	Alta	Alta	Baja	Alta	Alta
2.00	C.V. G	Dispuesto a atender coordinaciones	Neutral	Partidario	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
3.00	L.F. Y	Proyectado a metas próximas	Líder	Partidario	Alta	Alta	Baja	Alta	Baja
4.00	A.C. F	Colaborador de cara a finalizar entregables	Líder	Líder	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
5.00	Ayuntamiento	Manejo de información fuera de tiempo	Neutral	Neutral	Baja	Alta	Baja	Baja	Baja
8.00	CEMEX	Atención inmediata con técnicos especialistas	Neutral	Partidario	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
9.00	Aceros SDP	Reestructura inmediata a retrasos de material	Neutral	Partidario	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja
10.00									

Formato 4-17: Estrategias de gestión de interesados.

4.8.3 Evaluación de participación de interesados

A lo largo del proyecto y con la finalidad de minimizar las reclamaciones las que podrían impactar en el proyecto se desarrolla un seguimiento semanal o quincenal de la participación de los interesados en el proyecto, la frecuencia del seguimiento está definido por el equipo de proyecto en base a los requerimientos del proyecto y dependerá de la magnitud del proyecto y de la diversidad de los interesados.

La información es documentada en la matriz de evaluación de participación de los interesados (formato 4-15: Matriz de evaluación de participación de interesados).

Matriz de evaluación de participación de los interesados						
Interesado	Desconocedor	Reticente	Neutral	Partidario	Líder	Estrategia
M.R. Q				D	A	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener comunicación • Reportes Semanales • Informes de avance • Visitas quincenales de Obra
C.V. G			A	D		
L.F. Y				D	A	
A.C. F					A/D	
Ayuntamiento			A/D			<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con la reglamentación a fin de que las licencias sean otorgadas
Otros			A/D			
Otros			A/D			
CEMEX			A	D		<ul style="list-style-type: none"> • Reuniones a fin de solicitar información y/o visitas de especialistas que colaboren en el desarrollo del proyecto
Aceros SDP			A	D		
Industrias vecinas			A/D			
Sindicato de trabajadores		A	D			<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación quincenal para evitar paralización de obra
SUNAT			A/D			<ul style="list-style-type: none"> • Tener documentación en regla a fin de responder visitas inopinadas y/o auditorias
SUNAFIL			A/D			
Ministerio de Trabajo			A/D			

A: Actual D: Deseado

Formato 4-18: Matriz de evaluación de participación de interesados

4.9 Plan de gestión de las comunicaciones

Among those organizations considered highly effective communicators, 80 percent of projects meet original goals, versus only 52 percent at their minimally effective counterparts, according to PMI's Pulse of the Profession™ In-Depth Report: The Essential Role of Communications. Highly effective communicators are also more likely to deliver projects on time (71 percent versus 37 percent) and within budget (76 percent versus 48 percent).

Entre las organizaciones consideradas comunicadoras altamente efectivas, el 80 por ciento de los proyectos cumplen los objetivos originales, en comparación con solo el 52 por ciento de sus contrapartes mínimamente efectivas, según PMI's Pulse of the Profession™ In-Depth Report: The Essential Role of Communications. Los comunicadores altamente efectivos también tienen más probabilidades de entregar proyectos a tiempo (71 por ciento frente a 37 por ciento) y dentro del presupuesto (76 por ciento frente a 48 por ciento).

4.9.1 Plan de comunicaciones

La información del proyecto debe ser distribuida definiendo el propósito de su distribución, características de la información y la estructura de la información a partir de los requisitos de comunicación de los interesados.

La comunicación dentro de una organización se desarrolla de manera vertical desde el proyecto hacia los interesados y desde el proyecto hasta el cliente, los interesados clave y el equipo de proyecto, mientras que de manera horizontal se da entre los diferentes equipos de proyecto de la organización.

EL plan de comunicaciones debe ser aprobado por el cliente y el equipo de proyecto y comunicado a los interesados al final de la fase planificación.

La información mostrada en el Plan de comunicaciones detalla el contenido básico del plan, esta información no está relacionada con la información recogida en el apartado 3.2.4.

Plan de gestión de las comunicaciones			
Proyecto			
ID Proyecto		Fecha	
Ubicación			
Gerente del proyecto			
Requisitos de comunicaciones de los interesados	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación • Necesidad de información • Frecuencia de recepción de información • A que información tendrán acceso. 		
Información que debe ser comunicada	<ul style="list-style-type: none"> • Retrasos de proyecto • Avance de proyecto • Accidentes en proyecto • Polémicas • No conformidades • Solicitudes de cambios • Compras efectuadas • Informes de reuniones 		
Responsables de distribuir la información	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de obra • Encargado de obra • Gerente de operaciones • Arquitecto • BIM Manager • Jefe QA/QC • Jefe de producción 		
Personas que recibirían la información	<ul style="list-style-type: none"> • Project Manager • Cliente • Gerente general • Representante del cliente • Ayuntamiento – otros • Proveedor de hormigón • Proveedor de acero 		
Métodos o tecnologías para transmitir la información	<ul style="list-style-type: none"> • Correo electrónico. • SharePoint 		
Frecuencia de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Diario • Semanal • Verificación de hito 		

Formato 4-19: Plan de gestión de las comunicaciones

Una vez definida la información que debe ser comunicada, los responsables de distribuirlas y los interesados que van a recibirla se detalla que tipo de información debe recibir cada interesado.

En el cuadro siguiente se muestra la matriz donde se identificarán a los interesados que necesitan que se les informe del avance del proyecto a través de diferentes tipos de documentación.

Relación de interesados vs. información que requiere							
INTERESADOS	Informes de desempeño	Contratos	Diseños	Actas de reunión	Memorando	Listas de control	Documentación
Cliente	x		x				
Representante del cliente	x		x	x			
Gerente General	x			x	x		
Project Manager	x	x	x	x	x	x	
Ayuntamiento							x
Organismos Públicos							x
Organismos Públicos							x
Proveedor de hormigón		x				x	
Proveedor de acero		x					

Formato 4-20: Matriz Interesados – Información requerida

4.9.2 Actualización del Plan de comunicaciones

La actualización del plan de comunicaciones debe desarrollarse a partir de un flujo de procesos.

1. Identificación y clasificación de interesados
2. Determinación de requerimientos de información.
3. Elaboración de la matriz interesados – Información requerida
4. Actualización del plan de gestión de las comunicaciones.
5. Aprobación del plan de gestión de las comunicaciones.
6. Difusión del nuevo plan de gestión de las comunicaciones.

Al ser un proceso iterativo es posible que la actualización del plan no adicione información en los 3 primeros puntos del flujo mostrado, actualizando solo los puntos 6, 7, 8.

Sin embargo, una identificación deficiente de los interesados del proyecto si necesitará actualizar el plan en los 6 puntos mostrados.

4.10 Plan de gestión de riesgos

Incrementa la posibilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la posibilidad e impacto de los eventos negativos para el proyecto.

El plan de gestión de riesgos se incluye la planificación, la identificación y el análisis cuantitativo y cualitativo, planificar las respuestas a los riesgos.

4.10.1 Herramientas a utilizar

Utilizaremos reuniones de planificación y análisis con el equipo dispuesto para esta gestión según se define en los roles y responsabilidades del grupo que integra este equipo.

- Identificación de riesgos. Juicio experto interno y externo.
- Para realizar el análisis cualitativo. Matriz de probabilidad e impacto.
- Para realizar el análisis cuantitativo. Matriz de probabilidades y el juicio de expertos, indicando que cantidad de riesgo potencial será de mayor esfuerzo y el análisis para su inclusión al presupuesto base.
- Para planificar la respuesta a riesgos. EL juicio experto el cual determinará que riesgos verdaderamente necesitan un plan para minimizar el impacto en el costo y tiempo del proyecto.

4.10.2 Planificar los riesgos

La planificación de los riesgos permite al equipo de proyecto identificar las acciones a desarrollar para minimizar el impacto de los riesgos en el proyecto y los encargados de desarrollar acciones que eviten que el riesgo se materialice

Una vez identificados los riesgos, estos se agrupan en categorías para identificar las áreas en las que se han presentado riesgos y analizar si la organización cuenta con juicio experto interno que pueda ofrecer información histórica de cómo fue gestionado el riesgo.



Figura 4-20: Estructura de desglose de riesgos

4.10.3 Identificación de los riesgos

Este proceso toma valor si se involucra a todos los interesados (*formato 4-14: Registro de interesados*) y se desarrolla a través de un taller en el que se identifican los riesgos teniendo como entrada el acta de constitución del proyecto (*formato 4-1: Acta de constitución del proyecto*) en el que se detallan los riesgos a alto nivel.

El taller es liderado por el Project Manager quien se encarga de facilitar a los interesados las herramientas para identificar los riesgos (*Formato 4-19: Identificación de riesgos*) e identificar los propietarios de los riesgos, así como la estrategia para desarrollar acciones correctivas o preventivas.

Identificación de riesgos			
Proyecto		ID Proyecto	
P.Manager		Fecha	
Moderador		Hora inicio	

Agenda			
1.00	Bienvenida		
2.00	Descripción general del objetivo del taller		
3.00	Reglas básicas para el taller		
4.00	Explicación de herramientas y plantillas a usar		
5.00	Análisis de hipótesis y restricciones del proyecto para identificar riesgos		
6.00	Búsqueda de riesgos según RBS		
7.00	Búsqueda de riesgos en la EDT		
Registro de riesgos identificados			
Acciones pendientes			
Responsable	Acción	Fecha	Estado
Asistentes			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00			
5.00			
6.00			

Formato 4-21: Identificación de riesgos

La salida de este proceso es el registro de riesgos a partir de la información proveniente de la estructura de desglose de riesgo y la identificación de los riesgos.

Registro de riesgos			
Proyecto			
ID Proyecto		Fecha	
Categorías	Codificación	Descripción del riesgo	
Riesgos sociales	EDT 1.1.2		
Riesgos diseño	EDT 1.3.3		
Riesgo contractual			
Riesgos del cliente			
Riesgo de gestión			
Riesgo financiero			
Riesgo de construcción			

Formato 4-22: Registro de riesgos

Como proceso complementario se clasifica el impacto de los riesgos, esto permite la priorización de los riesgos en los análisis cuantitativo o cualitativo asignando un valor al riesgo el que será controlado a lo largo del proyecto buscando su reducción.

Los umbrales del impacto de para clasificar los riesgos son definidos por el equipo de proyecto y son aprobados durante la aprobación del plan de proyecto al final de la fase planificación.

Clasificación del impacto de los riesgos		
ID	Impacto	Descripción
1	Muy baja	Retrasa el cronograma interno del proyecto, pero no su fecha de entrega o tiene la posibilidad de impactar muy poco en uno o más factores como: costo de cronograma (1% al 3%) y/o producto del proyecto. (1% al 3% sobre los requerimientos del proyecto)
2	Baja	Retrasa el cronograma interno del proyecto, pero no su fecha de entrega o tiene la posibilidad de impactar poco en uno o más factores como: costo de cronograma (3% al 5%) y/o producto del proyecto. (3% al 5% sobre los requerimientos del proyecto).
3	Media	Retrasa la implementación del proyecto y afecta directamente la entrega del proyecto (5% al 10% sobre el cronograma), o tiene una mediana posibilidad de impactar moderadamente en uno o más factores como: costo de cronograma (5% al 10%) y/o producto del proyecto (5% al 10% sobre los requerimientos del proyecto).
4	Alta	Retrasa la implementación del proyecto y afecta directamente la entrega del proyecto (retrasa el cronograma entre 10% y 15%), o tiene una alta posibilidad de impactar moderadamente en uno o más factores como: costo de cronograma (entre 10% y 15% del presupuesto aprobado) y/o producto del proyecto (5% al 10% sobre los requerimientos del proyecto).
5	Muy alta	Detiene la implementación del proyecto (retrasa el cronograma entre 10% y 15%), o tiene una muy alta posibilidad de impactar severamente en uno o más factores como: costo de cronograma (10% al 15%) y/o producto del proyecto.

Formato 4-23: Clasificación del impacto de los riesgos

4.10.4 Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos

La Matriz Probabilidad x Impacto permite priorizar los riesgos para luego implementar respuestas como parte de acciones preventivas, correctivas y/o solicitudes de cambios.

Matriz de Probabilidad e impacto											
PROBABILIDAD		IMPACTO									
		Amenazas					Oportunidades				
Escala Relativa	Probabilidad	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Muy alto	0.40	0.08	0.16	0.20	0.28	0.32	0.32	0.24	0.16	0.08	0.04
Alto	0.30	0.06	0.12	0.15	0.21	0.24	0.24	0.18	0.12	0.06	0.03
Medio	0.20	0.04	0.08	0.10	0.14	0.16	0.16	0.12	0.08	0.04	0.02
Bajo	0.10	0.02	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01
Muy bajo	0.05	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
	Impacto	0.20	0.40	0.50	0.70	0.80	0.80	0.60	0.40	0.20	0.10

	Rangos Prob. vs Imp	Probabilidad	Impacto
Riesgo Muy Alto	0.30 al 1.00	0.30 al 1.00	0.71 al 1.00
Riesgo Alto	0.13 al 0.21	0.21 al 0.30	0.51 al 0.70
Riesgo Medio	0.08 al 0.12	0.11 al 0.20	0.41 al 0.50
Riesgo Bajo	0.04 al 0.07	0.06 al 0.10	0.21 al 0.40
Riesgo Muy Bajo	0.01 al 0.03	0.01 al 0.05	0.01 al 0.20

Formato 4-24: Matriz probabilidad e impacto

Los umbrales descritos en la matriz probabilidad e impacto son definidos por el Project manager y su equipo. La escala relativa está definida por la calificación del impacto del riesgo en el (formato 4-23: Clasificación del Impacto de los riesgos). Los valores que definen Probabilidad e Impacto se ubican entre 0.01 y 1.00 y puedes tener escalas diferentes para cada campo. La matriz asigna valores para amenazas y oportunidades; el resultado de este producto define la priorización de los riesgos en cada una de estas categorías.

En el formato siguiente se muestran el análisis cuantitativo y el análisis cualitativo, el primero prioriza los riesgos evaluación su impacto y la probabilidad de ocurrencia es la entrada para el análisis cuantitativo, este analiza numéricamente como impacta cada riesgo en el proyecto.

En el formato mostrado a continuación se describen información que no corresponde a los proyectos analizados, esta información ha sido tomada de análisis cuantitativos y cualitativos de un proyecto real.

Análisis cuantitativo y cualitativa de los riesgos								
ID	Descripción del Riesgo	ANALISIS CUALITATIVO				ANALISIS CUANTITATIVO		
		Probabilidad (Posibilidad)	Impacto	Severidad (P X I)	Prioridad	Probabilidad (0 -1)	Impacto (€ o Tiempo)	VME (P x I)
	AMENAZAS							
1.00	Restricciones de horarios de trabajo en zonas urbanas.	0.30	0.60	0.18	Alto	0.20	35,000.00 €	7,000.00 €
2.00	Retrasos por tramites inconclusos en el ayuntamiento.	0.10	0.50	0.05	Bajo	0.10	7,200.00 €	720.00 €
3.00	Contratista no acompaña a cliente en etapa de diseño.	0.30	0.50	0.15	Alto	0.10	4,000.00 €	400.00 €
4.00	Área de trabajo tiene mayor o menor área indicada en planos.	0.30	0.50	0.15	Alto	0.10	20,000.00 €	2,000.00 €
5.00	Incremento en el costo de mano de obra.	0.20	0.80	0.16	Alto	0.10	16,000.00 €	1,600.00 €
6.00	No acuerdos con sindicatos de trabajadores.	0.40	0.60	0.24	Muy Alto	0.20	6,000.00 €	1,200.00 €
7.00	Cliente no libera áreas provistas en construcción.	0.20	0.40	0.08	Medio	0.10	4,500.00 €	450.00 €
8.00	Cliente solicita modificaciones sin coordinación.	0.40	0.30	0.12	Medio	0.20	4,800.00 €	960.00 €
9.00	Llegada a destiempo de material a obra.	0.15	0.70	0.11	Medio	0.10	9,400.00 €	940.00 €
10.00	Deficiencia en la capacidad de contratación de la empresa.	0.20	0.60	0.12	Medio	0.10	13,000.00 €	1,300.00 €
	OPORTUNIDADES							
20.00	Variación de Costo de Acero - Baja	0.20	0.60	0.12	Medio	0.10	35,000.00 €	3,500.00 €
21.00	Variación de Costo de combustible - Baja	0.20	0.40	0.08	Medio	0.15	37,000.00 €	5,550.00 €
22.00	Alianzas estratégicas con proveedores clave	0.30	0.70	0.21	Alto	0.20	15,000.00 €	3,000.00 €
23.00	Ejecutar el proyecto en plazos menores al estipulado	0.03	0.70	0.02	Muy bajo	0.15	9,500.00 €	1,425.00 €

Formato 4-25: Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos

4.10.5 Planificar la respuesta de los riesgos

Para implementar la respuesta a los riesgos antes debe definir la estrategia de repuesta o estrategias de mitigación de riesgos.

Para las amenazas y para las oportunidades se implementarán diferente tipo de estrategias.

Estrategias de respuesta a los riesgos	
Amenazas	Oportunidades
Evitar: Elimina la amenaza por medio de la eliminación de la causa, como retirar el paquete de trabajo o la persona.	Explotar: Añade trabajo cambia el proyecto para asegurarse que la oportunidad ocurra.
Mitigar: Reduce la probabilidad o el impacto de una amenaza, convirtiéndola en un riesgo menor.	Mejorar: Aumenta la posibilidad o impacto positivos del evento de riesgo.
Transferir: a un tercero la responsabilidad de los riesgos por medio de la contratación de un seguro o subcontratación de un trabajo.	Compartir: Asignarle la propiedad parcial de la oportunidad a un tercero.
	Aceptar: No hacer nada, solo esperar que el riesgo se materialice.

Tabla 4-6: - Estrategias de respuesta a los riesgos – Fuente Rita Mulcahy

La salida al proceso de identificar estrategias es la respuesta a los riesgos. El disparador es el indicador que un riesgo está a punto de materializarse o se ha materializado y activa la implementación de la respuesta por parte del propietario del riesgo.

Al ser un proceso iterativo la implementación de la respuesta a los riesgos permitirá reducir el valor del riesgo dentro del análisis cuantitativo y/o cualitativo, actualizar el plan de gestión de riesgos e implementar la comunicación a los interesados del proyecto, esto como parte del proceso de controlar los riesgos.

4.11 Plan de recursos humanos

Documenta los roles y responsabilidad del equipo de proyecto y los interesados, los organigramas del proyecto y el plan para la gestión de las personas, El tipo y la cantidad de miembros del equipo del proyecto pueden variar con frecuencia, a medida que el proyecto avanza.

4.11.1 Roles y responsabilidades

EL primer paso para gestionar personas es definir sus roles y responsabilidades del equipo de proyecto, es importante considerar factores como localización, edad, sector y años de experiencia y alinearlos con los objetivos estratégicos de la organización que lidera el proyecto.

4.11.2 Matriz RACI

Es la matriz de asignación de responsabilidades y determina quien es responsable de cada tarea esta herramienta asegura que la entrega del proyecto se realice dentro de los requerimientos de tiempo, coste y calidad del cliente. Parte de la información de entrada para esta herramienta viene de la matriz de roles y responsabilidades.

4.11.3 Adquirir el equipo de proyecto

Luego de definir el equipo necesario para gestionar el proyecto, así como sus roles y responsabilidades se desarrolla la contratación del equipo de proyecto.

Los miembros del equipo de proyecto se pueden seleccionar dentro de la plantilla de la organización si cumplen el perfil requerido o fuera de la organización tomando como base la descripción la posición a cubrir.

Elementos como perfil profesional, experiencia laboral, conocimientos del cliente, experiencia previa en proyectos similares, habilidades, capacidades y disponibilidad pueden ser tomados en cuenta en el proceso de contratación.

Matriz de Roles y responsabilidades		
Rol	Competencia	Funciones
Equipo de proyecto		
Patrocinador /Cliente	Patrocinador / cliente del Proyecto: Miembro de más rango dentro del equipo del proyecto	Obtener fondos para el proyecto. Aceptar la responsabilidad de problemas extendidos del encargado de proyecto. Firmar documentos tales como el caso de negocio y el documento de iniciación del proyecto. Participa en la identificación de riesgos.
Project Manager	Gestión de proyectos de alta complejidad. (x) años de experiencia en el cargo	Responsable total del planeamiento y la ejecución del proyecto. Lidera la identificación de riesgos
Director de operaciones	Gestión de parte operativa del proyecto. (x) años de experiencia en el cargo.	Administrar los recursos asignados al proyecto Participar en la planificación y velar por el cumplimiento de los planes gestión. Participa en la identificación de riesgos.
Área de Diseño		
Coordinador de Proyecto	Gestión de proyectos de complejidad intermedia.	Responsable de coordinar las reuniones y desarrollar las estrategias el óptimo desarrollo del proyecto durante la fase de diseño. Responsable de establecer fecha objetivo y una lista de responsabilidades y personas responsables. (<i>idem riesgos</i>)
Arquitecto	Especialista en diseño arquitectónico, conocimientos del código técnico, regulaciones y administración de contratos.	De acuerdo con el alcance, define planos de diseños y, de ser el caso, responsable de actualizar el proyecto según requerimientos de interesados previa aprobación. (<i>idem riesgos</i>)
Ing. De Estructuras	Conocimiento profundo de análisis estructural. Manejo de software tales como ETABS, SAP 2000, cypecad o similar.	Responsable de desarrollar el cálculo de estructural de la edificación, desarrollando un diseño que sea viable técnica como económicamente. Responsable de la Elaboración de Especificaciones Técnicas en el rubro estructural. (<i>idem riesgos</i>)
Ing. Mecánico - Eléctrico	Especialista en Instalaciones mecánicas y eléctricas.	Responsable del Diseño de las Instalaciones Eléctricas y Mecánicas de media y baja tensión de acuerdo con el planteamiento arquitectónico del proyecto. (<i>idem riesgos</i>)
Ing. Sanitario	Especialista en instalaciones Sanitarias principalmente en el sector Industrial.	Responsable del Diseño de las Instalaciones Sanitarias de acuerdo con el planteamiento arquitectónico del proyecto. (<i>idem riesgos</i>)
Ing. Costos	Analista de mediciones y presupuestos a nivel avanzado, Manejo Microsoft Project, Primavera P6 o similar.	Responsable de realizar las, mediciones análisis de precios unitarios, presupuesto de la obra, solicitud de cotización de proveedores, elaboración de cronograma. (<i>idem riesgos</i>)
Delineante	Especialista en diseño asistido, manejo de software AutoCAD Avanzado	Responsable de desarrollar los planos de todas las especialidades. Responsable de la entrega final de planos los cuales serán validados por cada uno de los especialistas. (<i>idem riesgos</i>)

Formato 4-26: Matriz de roles y responsabilidades

Matriz de asignación de responsabilidades											
EDT	Entregable, Paquete y/o Actividad	Project Manager	Director de operaciones	Supervisor	Jefe de obra	Dir. de oficina técnica	Asistente de of. Técnica	Delineante	Encargado de obra	Jefe de QA/QC	Jefe de seguridad
1.2	Gestión	R									
1.2.1	INICIO	R									
1.2.1.1	Acta de constitución	R	A/C	C	C	A				A	A
1.2.1.2	Lista de interesados	R	A/C	C/I	C/I					A/C	A/C
1.2.2	Planificación		R	A/C	A	A				I	A/C
1.2.2.1	Plan de integración de proyecto	R	A/C	C	A						
1.2.2.2	Plan de gestión del alcance	R	C/I	A							
1.2.2.3	Plan de gestión del tiempo	R	C/I	A							
1.2.2.4	Plan de gestión de costos	R	A/C	A/C	A	A					A
1.2.2.5	Plan de gestión de la calidad	R	A/C	C	A	A					
1.2.2.6	Plan de gestión de los recursos humanos	R	A	A	A						
1.2.2.7	Plan de gestión de interesados	R	A/C	A	A						
1.2.2.8	Plan de gestión de las comunicaciones	R	A/C	A							
1.2.2.9	Plan de gestión de riesgos	R	A/C	A					A	A	C
1.2.2.10	Plan de gestión de las adquisiciones	R	A/C	C	A				A		A
1.2.3	Monitoreo y control	I	R								
1.2.3.1	Controlar el trabajo del proyecto		R	A/C	A				A/C	A/C	A/C
1.2.3.2	Controlar alcance	R	A/C	A							
1.2.3.3	Controlar el cronograma		R	A/I	A/C				A		
1.2.3.4	Controlar los costos	R	A/I	A/C					A	A	
1.2.3.5	Controlar la calidad	R	A/C	C	C				A		A
1.2.3.9	Controlar los riesgos	R	A/C	A					A		A

R = Responsable

A = Persona que apoya

C = Persona consultada

I = Persona informada

Formato 4-27: Matriz de asignación de responsabilidades

4.11.4 Desarrollar actividades de formación

Las actividades de formación deberían desarrollar dos temas específicos:

Criterios de estandarización de metodología: que fortalece la interacción del grupo, unifica criterios para toma de decisiones, comparte formatos estándar usados para gestionar el proyecto.

Sistema integrado de gestión: Que permite optimizar la gestión del proyecto alineándolo con la metodología seleccionada por la organización

La continuidad de las actividades de formación es evaluada con regularidad en la reunión de seguimiento del proyecto, es recomendable analizar este punto con la reunión de control de hitos de control.

Registro de formación			
Curso	Miembros del equipo	Tipos de capacitación	Nro. de Horas/Hombre
Gestión de la configuración	<ul style="list-style-type: none">• Project Manager• Arquitecto• Jefe de obra	Externo	12
Gestión de calidad del proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Jefe de obra• Jefe QA/QC	Externo	12
Trabajos en caliente	<ul style="list-style-type: none">• Supervisores	Externo	12
Uso racional del agua	<ul style="list-style-type: none">• Jefe de obra• Encargado de obra• Operarios	Interno	6

Formato 4-28: Registro de formación

4.11.5 Liberar recursos

Se recomienda desarrollar el proceso de libración de recurso considerando 3 puntos.

- Cumplimiento de actividades definidas en cronograma
- Finalización de paquete de trabajo
- Renuncia voluntaria
- Falta grave

4.12 Plan de gestión de las adquisiciones

Permite desarrollar y documentar experiencias adquiridas a lo largo de procesos como:

- Planificar la gestión de adquisiciones: determinar qué comprar o adquirir, cuándo y cómo hacerlo.
- Efectuar las adquisiciones: obtener respuesta de proveedores (presupuestos, licitaciones, ofertas o propuestas), seleccionar proveedores y adjudicar el contrato
- Controlar las adquisiciones: gestionar las relaciones de las adquisiciones, monitorear los contratos, gestionar los cambios.

4.12.1 Planificar la gestión de adquisiciones

Como parte de la planificación de las adquisiciones se desarrolla el flujo del proceso de compra que servirá para todos los procesos de compra en el proyecto y que permitirá documentar información que será usada en proyectos futuros como información histórica y/o lecciones aprendidas.

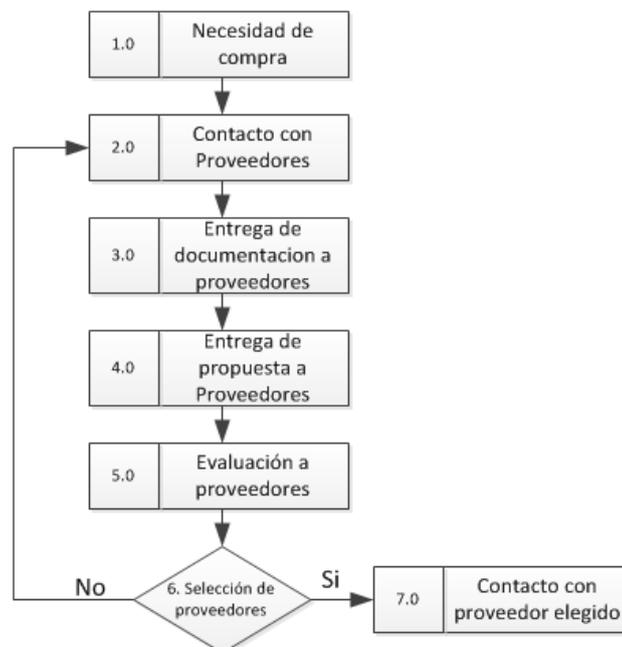


Figura 4-21: Flujo del proceso de compra

4.12.2 Efectuar las adquisiciones

Es importante que este proceso defina las necesidades de adquisición del proyecto para lo cual hay que definir criterios de selección de proveedores y documentación que defina el estado del trabajo requerido para cada paquete de trabajo de la EDT.

Los criterios de pre-selección del proveedor serán definidos por el equipo de proyecto con la ayuda de juicio experto, los más comunes son:

- Calidad de materiales requeridos.
- Plazo de entrega.
- Tiempo de garantía del producto.
- Precios y condiciones de pago.
- Antecedentes históricos del proveedor.
- Idoneidad técnica.
- Escala de riesgo del proveedor.
- Capacidad de producción.
- Estándares de seguridad del proveedor.

Esta pre-selección podría ser un primer filtro de selección que minimice el esfuerzo de validación de proveedores por parte del equipo de proyecto.

Los criterios de aceptación pueden ser definidos en un formato asegurando una rápida validación de proveedores.

4.12.3 Controlar las adquisiciones

Durante el proceso anterior se pueden adicionar iteraciones que permitan evolucionar el plan de gestión de adquisiciones asegurando que la información de este proceso sea documentada.

El proceso de control de adquisiciones se desarrolla sobre dos dimensiones, el monitoreo del proveedor (entregables intermedios) y la conformidad final (entregable final) para cada una de estas dimensiones se desarrollan criterios a incluir en el seguimiento definido en el plan de proyecto.

Criterios para monitorear al proveedor – aprobación de entregables intermedios.

- Visita a taller de fabricación.
- Reuniones con representante (inicial y de seguimiento).

- Cronograma de entregas de componentes.
- Informes de avance y conformidad.

Criterios de aceptación de proveedor		
Técnica	Valores	Puntaje
Años de experiencia	0 - 1 Años	2
	2 - 5 Años	5
	> 5 Años	10
Volumen de facturación	0 - 20'	2
	20 - 50 '	5
	> 50 '	7
Plazo de entrega	7 - 30 días	10
	30 - 45 días	5
	> 45 días	2
Garantía	180 días - 1 año	2
	1 - 2 Años	5
	> 2 Años	10
Capacitaciones al personal	Si	5
	No	0
Tiempo de fabricación	21 -30 días	8
	30 - 45 días	5
	> 45 días	0

Formato 4-29: Criterios de aceptación de proveedor

Criterios para aceptación final proveedor.

- Informe de entrega de material.
- Pruebas de calidad aprobadas.
- Compatibilidad de especialidades.
- Informes de avance aprobados.

La tabla mostrada a continuación muestra los procesos clave que deberían ser optimizados en la gestión de proyectos de construcción con el fin de minimizar los sobrecostos producto de una gestión deficiente del proyecto, todo esto a partir de la información documentada en la *Tabla 3-3: Causas de sobrecoste y retraso en el proyecto.*

RESUMEN PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN				
INICIO	PLANIFICACIÓN	EJECUCIÓN	MONITOREO & CONTROL	CIERRE
Seleccionar equipo de trabajo y al Project Manager.	Definir una priorización de requerimientos.	Producir entregables y reconducir desviaciones	Tomar acciones sobre el monitoreo y control del proyecto	Validar que el trabajo fue ejecutado según los requerimientos
Recolectar lecciones aprendidas e información histórica de otros proyectos	Definir el alcance del proyecto.	Analizar datos de eficiencia del proyecto	Medir el rendimiento del proyecto contra la línea base del proyecto	Recibir la aceptación final del proyecto
Definir requerimientos iniciales, riesgos de alto nivel, restricciones y supuestos.	Crear la WBS (Work Breakdown Structure).	Implementar cambios aprobados	Analizar los datos de rendimiento	Completar el cierre financiero
Identificar a los interesados en el proyecto y crear un registro de interesados.	Desarrollar el plan de Proyecto.	Gestionar la calidad según el plan de proyecto	Determinar si las variaciones requieren acciones correctivas o una solicitud de cambio	Solicitar feedback del cliente
Desarrollar los objetivos del proyecto.	Desarrollar el cronograma y presupuesto.	Enviar información a los interesados, recibir feedback del desarrollo del proyecto	Actualizar plan de proyecto y documentos del proyecto	Completar el reporte final de rendimiento
	Desarrollar métricas para calidad y alcance.	Reportar el rendimiento del proyecto	Gestionar y cerrar el proceso de compras	Recolectar lecciones aprendidas y actualizar las bases del conocimiento
	Planificar la gestión de las líneas base de coste y tiempo.	Usar y compartir conocimiento del proyecto	Desarrollar el control de calidad	

Tabla 4-7: Resumen de la Propuesta de mejora en la gestión de proyectos de construcción

Fuente: PMP Exam Prep – Rita Mulcahy

Capítulo 5 – Conclusiones

La propuesta de mejora debe ser iterativa en vertical y horizontal, aportando mejoras a los procesos de gestión de proyectos y a los proyectos de la organización, por tanto, esto no significa una mejora completa del proceso de gestión si no una mejora significativa que no genere un cambio disruptivo en el sector, que permita adicionar artefactos para perfeccionar el sistema y mantenerlo en adaptación constante.

Los formatos creados en fase planificación de un proyecto son útiles para iniciar la estandarización de documentos permitiendo documentar información de proyectos realizados a través de las lecciones aprendidas y la selección de información relevante para ser usados en proyectos futuros.

Desarrollar el Plan para la gestión del proyecto asegura componentes de conocimiento al equipo de proyecto (Knowledge components) los que serán usados en beneficio de la organización y de los interesados en el proyecto esta es la manera de entregar valor a través de proyectos, estos componentes fortalecen 4 áreas del proyecto, personas, procesos, tecnología y estrategia.

Los indicadores de desempeño (KPIs) dan una visión global del rendimiento del proyecto y aseguran una toma de decisiones efectiva sobre criterios descritos en el Plan de proyecto y validados por los interesados clave.

EL plan de proyecto y los planes subsidiarios desarrollan estrategias para minimizar el riesgo, evitar desviaciones, incrementan las posibilidades de éxito del proyecto y permiten a los equipos de proyectos ser mas innovadores y aportar soluciones tecnológicas.

Aplicar metodologías de gestión de proyectos de construcción es un primer paso que deberían explorar las organizaciones para consolidar la innovación y hacer más sostenible el sector AECO.

La propuesta de mejora implica una gestión documental implícita dentro la gestión del proyecto para esto es necesario inicial un flujo de gestión de configuración que permita cubrir las necesidades del proyecto.

Capítulo 6 – Futuras rutas de Aplicación e Investigación

CPS y el Digital Twin podrían ser el camino hacia la virtualización de la construcción y la operación lo que permitiría tener datos en tiempo real y una toma de decisiones efectiva sobre la gestión del activo.

La creación de nuevos perfiles en la gestión de construcción y durante la fase de operación y mantenimiento: con la adición de nuevas formas de construir será necesario evolucionar los equipos de proyectos y producción con nuevos perfiles, roles y nuevas responsabilidades que permitan integrarles con los equipos tradicionales.

La Evaluación después de la ocupación - Post Occupancy Evaluation (POE) permitirá a los gestores de proyectos validar las lecciones aprendidas en el proyecto con la retroalimentación de los usuarios finales del activo, de esta manera las lecciones aprendidas cobran solidez de cara a dotar a futuros proyectos de información validada.

Capítulo 7 – Glosario de términos

PMI – Project Management Institute

PMP – Project Management Professional

LPS – Last Planner System

WBS – Work Breakdown Structure

PMO – Project Management Office

LL – Lessons Learned

LC – Lean Construction

KPI – Key Performance Indicators

SPI – Schedule performance index – Indicador de desempeño de cronograma

CPI – Cost performance index – Indicador de desempeño de costo

EV – Earn value – Valor ganado

PV – Planned value- Valor planificado

AC – Actual cost – Costo actual

IPD – Integrated Project Delivery

POE – Post Occupancy Evaluation

CCB - Comité de control de cambios (CCB) / Change Control Board (CCB). Un grupo formalmente constituido responsable de revisar, evaluar, aprobar, retrasar o rechazar los cambios en el proyecto, así como de registrar y comunicar dichas decisiones.

DT – Digital Twins

CPS – Cyber Physical Systems

BAT – Budget at Completion

FRAMEWORK – Entorno de trabajo

MILESTONE – Hito de control de fase

CRASHING - Compresión del cronograma: consiste en agregar o ajustar recursos además permite mantener el alcance del proyecto original, esta técnica incrementa los costos y puede aumentar riesgos, es decir intercambia tiempo por dinero.

FAST TRACKING - Ejecución rápida: toma actividades de la ruta crítica que fueron originalmente planificadas en serie para ejecutarlas en paralelo durante una parte o toda su duración, esta técnica incrementa riesgos y requiere mayor atención a la comunicación.

Capítulo 8 – Bibliografía

SAWHNEY, A., RILEY, M. and IRIZARRY, J., (2020). *Construction 4.0; An Innovation Platform for the Built Environment*, 1st Edition, Routledge.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, (2021), *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) and the Standard for Project Management*, Project Management Institute.

MCKINSEY & COMPANY, (2020), *The next normal in construction-How disruption is reshaping the world's largest ecosystem*, McKinsey & Company

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, (2016), *Construction Extension to the PMBOK® Guide*, Project Management Institute.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, (2019), *Practice Standard for Breakdown Structure*. 3rd Edition, Project Management Institute.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, (2018), *The Standard for Organizational Project Management OMP*. 1st Edition, Project Management Institute.

WOLFGANG F. E. PREISER, (2015), *Post-Occupancy Evaluation*, 1st Edition, Routledge.

KOEDINGER, K.R, CORBETT, A.C, & PERFETTI, C. (2012), *The Knowledge-Learning-Instruction (KLI) framework: Bridging the science-practice chasm to enhance robust student learning*. Cognitive Science, 36 (5), 757-798

PATRICIA TZORTZOPOULOS, M KAGIOGLOU, (2020), *Lean Construction: Core Concepts and New Frontiers*, 1st Edition, Routledge.

JUAN FELIPE PONS, (2019), *Lean construction y la planificación colaborativa, metodología del Last Planner System*, 1a edición, Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

MARK MULLALY, (2017), *Project Headway: Breaking out of the Lessons Learned Trap*, Project Management Virtual Conference.

TRAVEL AND LEISURE, (2019), *Las mafias de la arena amenazan las playas de marruecos*. Publicación de viajes México.

WEST MIDLANDS COMBINED AUTHORITY, (2020), *Roadmap for advanced Manufacture and Construction*, WMCA Housing and Land Board, United Kingdom.

RITA MULCAHY, (2018), *Pmp Exam Prep, Accelerated Learning to Pass the Project Management Professional*, Ninth Edition, RMC Publications

RICH SEILER, (2019), *The Pull Planning Playbook for Foremen and Superintendents*, First Edition, Unified-Works

Agradecimientos

A mi familia que hizo un gran esfuerzo para entender las ausencias de fin de semana Milagros, Gala, Chell y más sin ellas no habría sido posible completar este gran logro.

A Jorge Leao por tantas reuniones de 7 minutos para compartir ideas.

A Sergio Velasquez por aceptar acompañar con su experiencia este estudio, una vez más fuimos parte del mismo equipo.

A Laia Haurie por su impecable acompañamiento a lo largo de estos meses.