

Universidad de Lima

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Industrial



IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, MONITOREO Y CONTROL, BASADA EN LA GUÍA DEL PMBOK 6TA. EDICIÓN, EN EL ÁREA DE INGENIERÍA DE UNA CONSULTORA DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Industrial

Jhoel Aparicio Alba Espinoza

Código 20070027

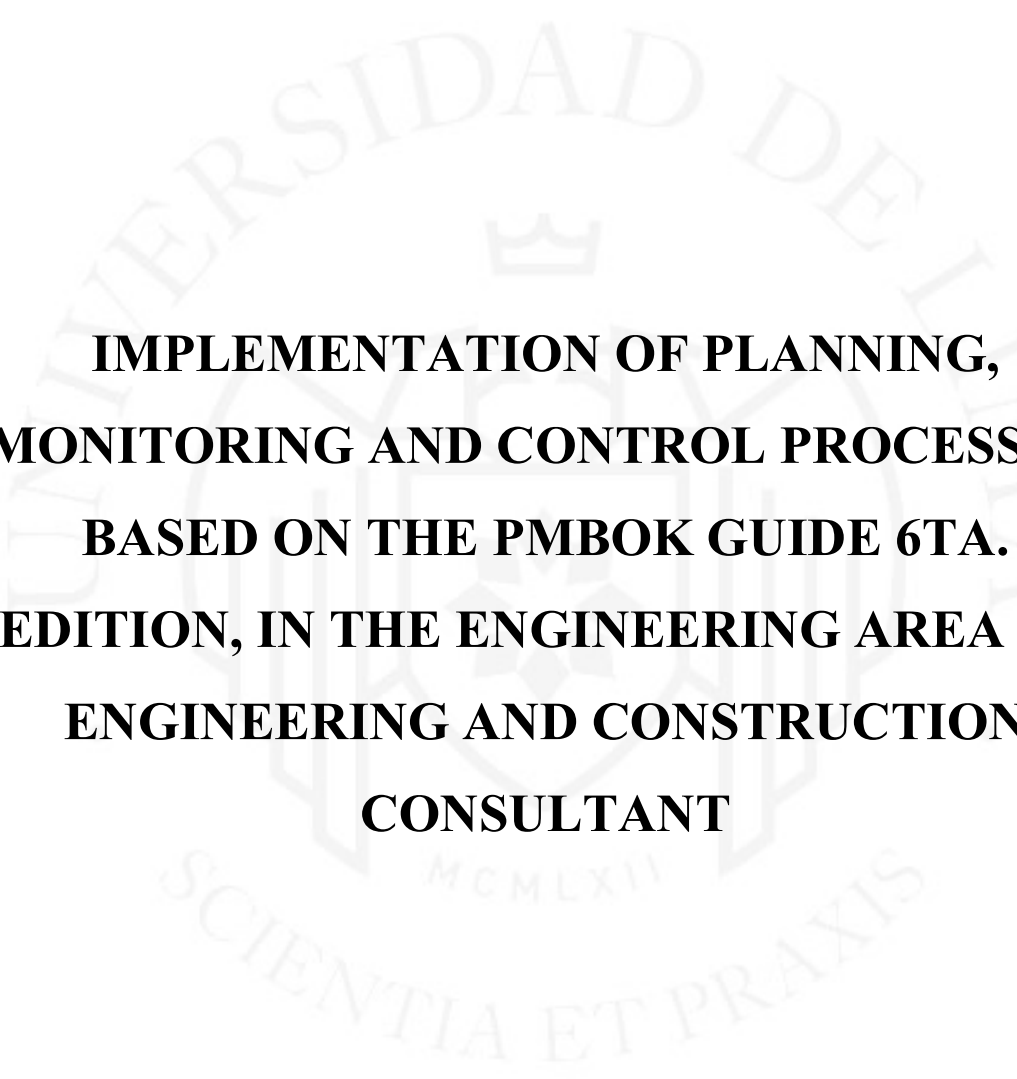
Asesor

Aristides Sotomayor Cabrera

Lima – Perú

Febrero de 2021





**IMPLEMENTATION OF PLANNING,
MONITORING AND CONTROL PROCESSES,
BASED ON THE PMBOK GUIDE 6TA.
EDITION, IN THE ENGINEERING AREA OF
ENGINEERING AND CONSTRUCTION
CONSULTANT**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	1
1.1 Breve descripción de la empresa	1
1.2 Visión.....	1
1.3 Misión.....	1
1.4 Valores.....	1
1.5 Descripción de los servicios ofrecidos	2
1.6 Análisis de la empresa	2
A. Análisis Externo de la empresa.....	2
B. Análisis Interno de la empresa.....	9
1.7 Descripción del problema	10
CAPITULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.1 Objetivo general.....	13
2.2 Objetivos específicos	13
CAPITULO III: ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN... 14	
CAPITULO IV: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
4.1 Justificación técnica.....	15
4.2 Justificación económica.....	15
4.3 Justificación social.....	15
CAPITULO V: PROPUESTA Y RESULTADOS.....	16
5.1 Diagnóstico del sistema o proceso de estudio	16
5.2 Determinación de propuestas de solución	16
5.3 Desarrollo, planificación y resultado de la solución.....	18
CONCLUSIONES	39
RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS.....	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Empresas con mayor facturación en el sector en el periodo 2016 – 2017.....	3
Tabla 1.2 Matriz de evaluación de factores externos (EFE).....	8
Tabla 1.3 Matriz de evaluación de factores internos (EFI).....	9
Tabla 5.1 Enunciado del alcance del proyecto	19
Tabla 5.2 Diccionario de la EDT	22
Tabla 5.3 Lista de actividades del proyecto.....	22
Tabla 5.4 Lista de hitos del proyecto	23
Tabla 5.5 Presupuesto del proyecto	27
Tabla 5.6 Línea base de costos	28
Tabla 5.7 Resultado de índices de desempeño – Ingeniería Básica.....	35
Tabla 5.8 Matriz de asignación de responsabilidades – Diagrama RACI	36
Tabla 5.9 Presupuesto requerido de la solución	37
Tabla 5.10 Comparativo de resultados económicos	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 2010-2019: Inversiones totales en la minería peruana (US\$ millones).....	6
Figura 1.2 Cartera de proyectos de construcción de minas	7
Figura 1.3 Cantidad de proyectos finalizados fuera de plazo	10
Figura 1.4 Porcentaje (%) de cumplimiento de actividades	11
Figura 1.5 Márgenes (%) obtenidos de los proyectos ejecutados.....	11
Figura 1.6 Número de órdenes de cambio generadas por año	12
Figura 5.1 Diagrama de Ishikawa	16
Figura 5.2 Grupos de procesos de la dirección proyecto bajo el enfoque del PMI	18
Figura 5.3 Estructura de desglose de trabajo (EDT).....	21
Figura 5.4 Estructura de desglose de los recursos	23
Figura 5.5 Histograma de recursos del proyecto	23
Figura 5.6 Manpower del proyecto.....	24
Figura 5.7 Cronograma del proyecto (Diagrama de Gantt).....	26
Figura 5.8 Curva S – Ingeniería Básica del área 6295.....	32
Figura 5.9 Curva S – Ingeniería de Detalle del área 6295	32
Figura 5.10 Curva S – Revisión de la Ingeniería.	32
Figura 5.11 Interpretación de resultados de variación de cronograma y costo.....	33
Figura 5.12 Interpretación de resultados del índice de desempeño del cronograma y de costos	34
Figura 5.13 Curva S al término del proyecto – Ingeniería Básica.....	35
Figura 5.14 Presupuesto requerido de la solución	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz Porter ponderada.....44



RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional consiste en la implementación de los procesos de planificación, monitoreo y control basada en la Guía del PMBOK, en el área de Ingeniería de la empresa consultora JAD Ingenieros Consultores, (nombre ficticio que se escogió para proteger la confidencialidad de la empresa) que brinda servicios ingeniería y construcción en el sector minero. El proyecto fue realizado en el año 2017 con la finalidad de poder mejorar las métricas de tiempo, costo y alcance de la gestión de los proyectos y poder así obtener beneficios económicos.

El primer capítulo se refiere al análisis interno y externo de la empresa mediante la utilización de herramientas de Ingeniería Industrial como las cinco (5) fuerzas de Porter, matriz EFE, matriz EFI y análisis Pestel. En el segundo capítulo, se describe el objetivo general y los objetivos específicos para la presente investigación. En el tercer capítulo, se detalla el servicio adjudicado por una empresa minera, como alcance de la investigación. En el cuarto capítulo, se describen las justificaciones técnicas, económicas y sociales que permiten demostrar la viabilidad del proyecto. En el quinto capítulo, mediante la utilización, también, de la herramienta de Ingeniería Industrial como el diagrama de Ishikawa, se determinan las causas principales del problema identificado en el presente caso de estudio. Con ello, se selecciona la alternativa de solución y se realiza la ingeniería de la misma. Finalmente se describe el plan de implementación y se presenta la evaluación económica realizada, demostrando los beneficios económicos.

Palabras clave: Gestión de proyectos, Planificación, Control, PMBOK y Valor ganado

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency consists of the implementation of the planning, monitoring and control processes based on the PMBOK Guide, in the Engineering area of the consulting company JAD Ingenieros Consultores, (fictitious name chosen to protect the confidentiality of the company) that provides engineering and construction services in the mining sector. The project was carried out in 2017 with the aim of being able to improve the metrics of time, cost and scope of project management and thus be able to obtain economic benefits.

The first chapter refers to the internal and external analysis of the company through the use of Industrial Engineering tools such as Porter's five (5) forces, EFE matrix, EFI matrix and Pestel analysis. The second chapter describes the general objective and the specific objectives of this research. In the third chapter, the service awarded by a mining company is detailed as the scope of the research. The fourth chapter describes the technical, economic and social justifications that demonstrate the feasibility of the project. In the fifth chapter, also using an industrial engineering tool such as the Ishikawa diagram, the main causes of the problem identified in this case study are determined. With this, the solution alternative is selected and its engineering is carried out. Finally, the implementation plan is described and the economic evaluation is presented, showing the economic benefits.

Keywords: Project Management, Planning, Control, PMBOK and Earned Value.

CAPITULO I: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 Breve descripción de la empresa

JAD Ingenieros Consultores es una empresa fundada en Perú en el año 2000 y cuenta con oficinas comerciales en los países de Perú, Chile, Bolivia y Ecuador. Actualmente es la empresa peruana que brinda soluciones integrales a sus clientes abarcando estudios metalúrgicos, estudios de ingeniería, suministro y fabricación de estructuras metalmeccánicas, así como equipos especiales, construcción y puesta en marcha para proyectos tipo EPC, para los sectores minero – metalúrgicos, oil & gas e industrial.

1.2 Visión

Ser una empresa líder nacional e internacional en consultoría metalúrgica, ingeniería, construcción y gerenciamiento de proyectos para los sectores minero–metalúrgico, oil & gas, infraestructura, energía y saneamiento.

1.3 Misión

Brindar una gestión innovadora con estándares óptimos de calidad, manejo de riesgos, seguridad, salud en el trabajo, cuidado del medio ambiente, responsabilidad social y conducta ética empresarial en consultoría metalúrgica, ingeniería, construcción y gerenciamiento de proyectos, que permita generar mayor valor y satisfacción a sus clientes y otros grupos de interés.

1.4 Valores

La empresa JAD Ingenieros Consultores cuenta con 05 valores:

- **Innovación:** Ser creativos y estar abiertos a nuevas ideas, proponiendo nuevos servicios, desarrollando herramientas técnicas y de gestión novedosas, que aporten ventajas competitivas, que generen valor a los procesos de sus clientes y repercutan en un mayor beneficio para la empresa.

- **Compromiso:** Promover actividades que generan compromiso con la empresa de tal forma que todos puedan sentirla como propia y ser conscientes de la importancia de cumplir lo acordado.
- **Excelencia:** Buscar la excelencia como meta de realización organizacional, como forma de trabajar para alcanzar los resultados previstos, conociendo la importancia del esfuerzo por mejorar cada día y de ejecutar las actividades de manera óptima.
- **Integridad:** La empresa propugna y exige que sus integrantes que procedan con una conducta ética, transparente e integral dentro y fuera de los lugares de trabajo.
- **Seguridad y Salud:** Asume la seguridad y la salud en el trabajo como una prioridad empresarial que se despliega en todas sus acciones y decisiones protegiendo proactivamente a las personas, a la propiedad y al medio ambiente.

1.5 Descripción de los servicios ofrecidos

Los servicios ofrecidos por la empresa JAD Ingenieros Consultores son:

- **Metalurgia,** Servicios de pruebas metalúrgicas para el sector minero.
- **Minería,** Servicios a nivel de estudios de pre inversión e inversión en el sector minero, industria e infraestructura.
- **Fabricación,** Diseño, fabricación y reparación de todo tipo de estructuras metálicas, tanques, equipos y tuberías en aceros y HDPE, para los sectores minero, oil & gas e industria.
- **Construcción,** Servicios EPC en el sector minero.

1.6 Análisis de la empresa

A. Análisis Externo de la empresa

- **Análisis del sector**

Amenaza de los productos sustitutos

En el mercado nacional existen personas y consultoras que trabajan de forma independiente que podrían brindar servicios de ingeniería y construcción; sin embargo, no cuentan con la experiencia reconocida en el mercado.

De acuerdo al análisis realizado mostrado en el anexo, se obtuvieron los siguientes indicadores:

$$GA = 0,72 / PF = 0,28$$

Por ende, se concluye que la amenaza de los productos sustitutos es baja.

Rivalidad entre los competidores

Entre los principales competidores del sector se pueden encontrar las empresas que han presentado mayores facturaciones durante los años 2016 y 2017, tal como se aprecia en la tabla 1.1.

Tabla 1.1

Empresas con mayor facturación en el sector en el periodo 2016 – 2017

EMPRESA	2017	2016
GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES	\$ 52 115 266	\$ 73 014 907
AUSENCO PERU S.A.C.	\$ 35 867 566	\$ 56 282 324
CESEL S.A.	\$ 35 867 566	\$ 32 552 479
STANTEC PERU S.A.	\$ 19 006 744	\$ 32 552 479

Nota. De Facturaciones por sector económico, por Perú Top 10 000, 2017

Actualmente, en el sector no se presenta algún tipo de servicio especializado por parte de los competidores; sin embargo, a continuación, se describen los servicios brindados por los principales competidores del sector:

GMI S.A. INGENIEROS CONSULTORES

Brinda los servicios de ingeniería, supervisión, construcción y servicios integrales EPC y EPCM en los sectores de minería, infraestructura, energía, petróleo y gas, agua y edificaciones.

AUSENCO PERÚ S.A.C.

Brinda servicios de consultoría e ingeniería para los sectores de minería, petróleo y gas e industrial.

CESEL S.A.

Brinda servicios de ingeniería, construcción y supervisión y gerenciamiento de proyectos para los sectores de energía, agua, medio ambiente, minería, gas y petróleo y salud.

STANTEC PERÚ S.A.

Brinda servicios de ingeniería, construcción y EPCM para los sectores de gas y petróleo y minería y servicios de consultoría para los sectores de agua y energía. De acuerdo al análisis realizado mostrado en el anexo, se obtuvieron los siguientes indicadores:

$$GA = 0,40 / PF = 0,60$$

Por consiguiente, se puede concluir que la rivalidad entre los competidores entrantes es alta.

Amenaza de nuevos competidores entrantes

El requisito de capital requerido para que un nuevo competidor pueda ingresar al sector es relativamente bajo debido a que los costos de inversión requeridos solo son el costo de la mano de obra y el costo de los softwares.

La imitación del proceso a realizar por parte de un nuevo competidor no es compleja debido a que son procesos estandarizados los que existen en el mercado para poder desarrollar los servicios de ingeniería y construcción.

Respecto a la diferenciación del producto, en el mercado se han generado lazos de fidelización y lealtad entre las empresas y los clientes debido al servicio brindado desde los estudios de pre factibilidad hasta la etapa de construcción y puesta en marcha de un proyecto. Por lo que dificulta el ingreso de nuevos competidores.

Asimismo, el efecto de la experiencia ha permitido que las empresas puedan reducir los costos de los servicios cotizados, por lo que un nuevo competidor tendrá una fuerte barrera de entrada para el ingreso al sector.

La identificación de la marca de los principales competidores se ve reflejada en el prestigio, calidad, seriedad y fiabilidad que se ha ido generando a través de los años, por lo que nuevos competidores tendrían que iniciar con el proceso de identificación de sus marcas para poder posicionarse en el mercado.

De acuerdo al análisis realizado mostrado en el anexo, se obtuvieron los siguientes indicadores:

$$GA = 0,52 / PF = 0,48$$

Por consiguiente, se puede concluir que la amenaza de los nuevos competidores entrantes es media.

Poder de negociación de los clientes

Diversas empresas brindan los servicios de ingeniería y construcción a las empresas mineras como Sociedad Minera el Brocal, Compañía Minera Antamina, Compañía Minera Coimolache, Shahuindo, La Arena, Minsur, Compañía de Minas Buenaventura, por lo que las clientes tienen diversas opciones de empresas a elegir para adjudicar el servicio requerido.

Sin embargo, en el mercado existen empresas que brindan los servicios desde la etapa de pre inversión e inversión, lo que permite generar fidelización en los clientes.

De acuerdo al análisis realizado mostrado en el anexo, se obtuvieron los siguientes indicadores:

$$GA = 0,52 / PF = 0,48$$

Por lo tanto, se puede concluir que el poder de negociación de los clientes es medio a alto.

Poder de negociación de los proveedores

Respecto a los estudios de mecánica de suelos, estudios de resistividad, estudios de topografía, entre otros requeridos para los estudios de ingeniería existen diversos proveedores, por lo que se podría elegir el más adecuado.

Respecto a la mano de obra como ingenieros y proyectistas, existen diversos proveedores; sin embargo, para ciertos estudios se requieren de ciertos recursos especializados.

Respecto a los equipos y materiales, existen diversos proveedores, por lo que se podría elegir el más adecuado.

De acuerdo al análisis realizado mostrado en el anexo, se obtuvieron los siguientes indicadores:

$$GA = 0,70 / PF = 0,30$$

Por lo tanto, se puede concluir que el poder de negociación de los proveedores es bajo.

- **Análisis PESTEL**

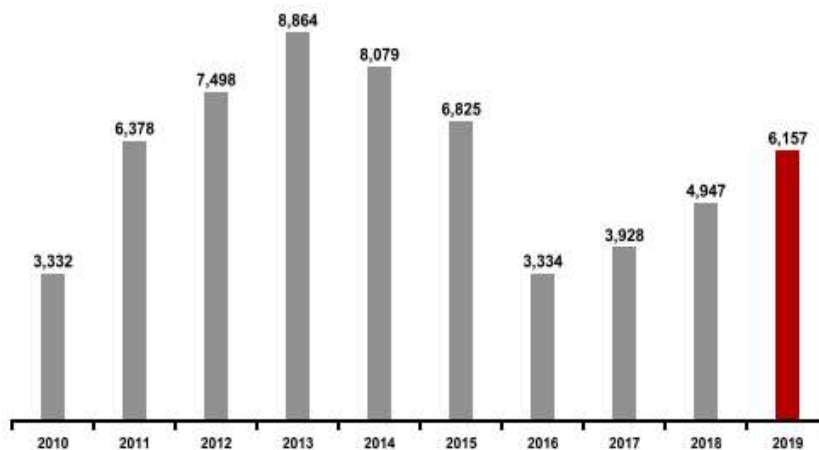
Para realizar un análisis del entorno del proyecto, se utilizó la herramienta PESTEL:

Político: Se presenta desconfianza en el inversionista, debido la inestabilidad política generada. Por lo que brindar seguridad a los inversionistas en temas institucionales y prevalecer el rol del Estado podrían ser acciones que impacten de manera positiva en la economía (“Balance económico 2019: perspectivas del crecimiento económico en el Perú”, 2019, párr. 3).

Económico: Según lo indicado por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2018) el producto bruto interno (PBI) creció 4,0 por ciento, tras recuperarse de los choques adversos que experimentó la economía en 2017. La proyección económica para el 2019, de acuerdo a lo mencionado por el Banco Mundial bordea el 3,8% (“Balance económico 2019: perspectivas del crecimiento económico en el Perú”, 2019, párr. 2). Asimismo, tal como se aprecia en la figura 1.1, se presenta una tendencia de crecimiento en las inversiones totales en la minería peruana.

Figura 1.1

2010-2019: Inversiones totales en la minería peruana (US\$ millones)

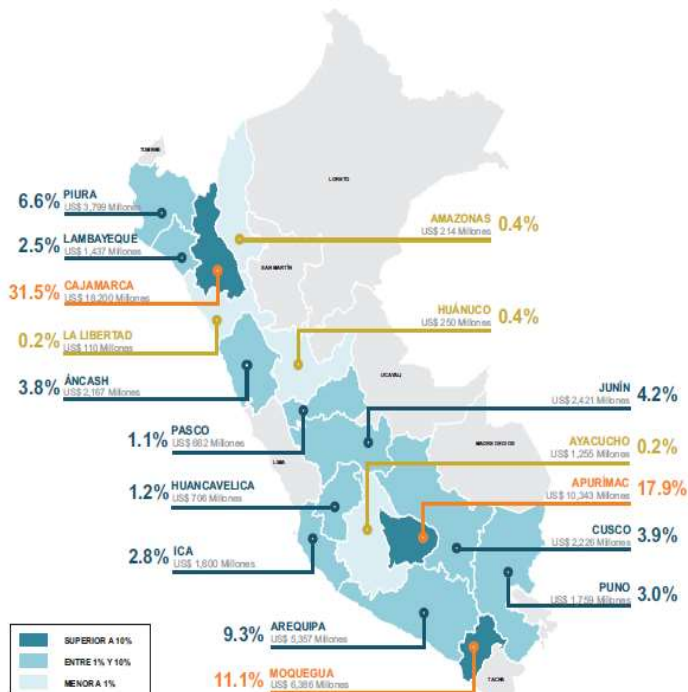


Nota. Adaptado de 2010-2019: Inversiones totales en la minería peruana (US\$ millones), de Ministerio de Energía y Minas, 2019, Anuario Minero 2019 (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2019/AM2019.pdf>)

Asimismo, para el año 2019 se contará con una cartera de proyectos de construcción de minas, tal como se aprecia en la Figura 1.2.

Figura 1.2

Cartera de proyectos de construcción de minas



Nota. Adaptado de Cartera de proyectos de construcción de mina, de Ministerio de Energía y Minas, 2019, Anuario Minero 2019 (<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2019/AM2019.pdf>)

Social: Se presenta una tendencia de aumento en profesionales para gestionar los proyectos bajo los estándares del PMBOK.

Tecnológico: La tendencia de los proyectos implica el uso de softwares de gestión de proyectos que permitan realizar una adecuada planificación y control de los proyectos.

Legal: La ejecución de diversos contratos involucra penalidades en costos elevados por incumplimiento de plazos del proyecto. Asimismo, existe una tendencia en la generación de contratos a prueba por parte de los clientes con el fin de que los contratistas sean socios potenciales de los clientes.

Ambiental: De acuerdo a lo indicado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2019) se busca adoptar acciones concretas en la gestión de la remediación de los Pasivos Ambientales Mineros a fin de disminuir los daños al ambiente. Esto requerirá que las empresas mineras por ejemplo soliciten servicios de ingeniería para plantas de tratamiento de las minas.

- **Elaboración de matriz EFE**

Se evalúa los factores externos de la empresa a través de la matriz de evaluación de factores externos (EFE), calificando como “1” como muy poco esfuerzo y “4” como gran esfuerzo en aprovechar las oportunidades o en prepararse frente a las amenazas.

Tabla 1.2

Matriz de evaluación de factores externos (EFE)

Factores externos	Peso	Calificación	Total ponderado
Oportunidades			
Proyectos en ejecución del sector minero.	0,12	4	0,48
Crecimiento de inversiones en minería.	0,11	4	0,44
Tendencia de uso de softwares de gestión de proyectos.	0,12	2	0,24
Proyectos que contribuyan con la disminución de daños al medio ambiente.	0,10	4	0,40
Tendencia de la dirección de proyectos bajo estándares del PMI.	0,15	2	0,30
Amenazas			
Fenómenos naturales.	0,06	3	0,18
Demora en entrega de equipos y materiales de los proveedores	0,09	1	0,09
Competencia desleal.	0,07	3	0,21
Mano de obra no disponible.	0,09	1	0,09
Penalidades en los contratos.	0,09	1	0,09
TOTAL	1,00		2,52

El puntaje obtenido es 2,52 indica un valor ligeramente superior al promedio en su respuesta al entorno para aprovechar las oportunidades y neutralizar las amenazas. Se requiere realizar una evaluación del poco aprovechamiento de las oportunidades: “Tendencia de la dirección de proyectos bajo estándares del PMI” y “Tendencia de uso de software de gestión de proyectos” y de la poca respuesta de las amenazas: “Demora en la entrega de equipos y materiales de los proveedores”, “Mano de obra no disponible” y “Penalizaciones en los contratos”.

B. Análisis Interno de la empresa

- **Elaboración de matriz EFI**

Se evalúa los factores internos de la empresa a través de la matriz de evaluación de factores internos (EFI), calificando como “1” como muy poco esfuerzo y “4” como gran esfuerzo en potenciar las fortalezas o fortalecer las operaciones internas respecto a las debilidades.

Tabla 1.3

Matriz de evaluación de factores internos (EFI)

Factores internos	Peso	Calificación	Total ponderado
Fortalezas			
Experiencia en el sector minero.	0,10	4	0,40
Personal técnico calificado.	0,10	3	0,30
Sistema integrado de gestión.	0,15	4	0,60
Fidelización con clientes.	0,15	4	0,60
Cartera de clientes.	0,10	3	0,30
Debilidades			
Poca disponibilidad de recursos humanos.	0,09	2	0,18
Falta de estándar para el control de proyectos.	0,09	1	0,09
Falta de conocimiento en el personal respecto a la gestión de proyectos.	0,06	2	0,12
Falta de monitoreo y control a los proyectos.	0,07	2	0,14
Demora en la entrega de los proyectos.	0,09	2	0,18
TOTAL	1,00		2,91

El puntaje obtenido es 2,91 el cual se encuentra por encima del promedio, nos indica que la empresa JAD Ingenieros Consultores es una organización fuerte. Se debe mejorar la debilidad “Falta de estándar para el control de proyectos de acuerdo al PMBOK”.

1.7 Descripción del problema

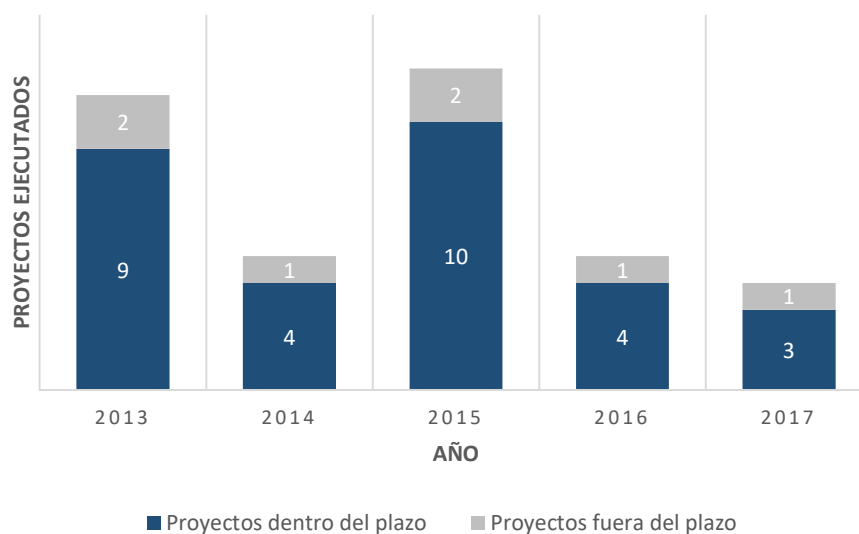
A continuación, se describen cada uno de los problemas presentados en la planificación y control de los proyectos en la empresa JAD Ingenieros Consultores:

- **Incumplimiento de plazos para el término de los proyectos**

Los proyectos ejecutados durante los años del 2013-2017 no finalizaron en la fecha de término contractual, tal como se en aprecia en la figura 1.3, en promedio 2 proyectos por año finalizaron fuera del plazo.

Figura 1.3

Cantidad de proyectos finalizados fuera de plazo

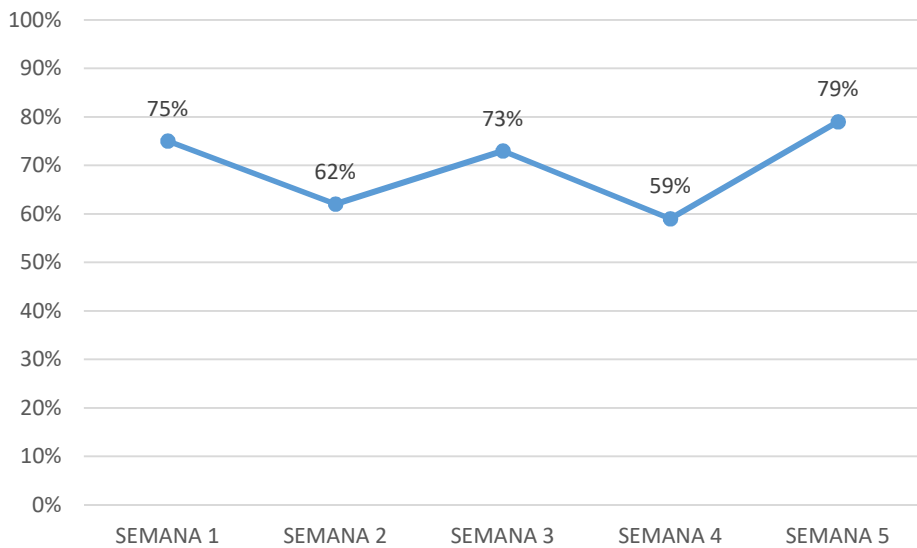


- **Incumplimiento de las actividades programadas semanalmente**

El cumplimiento de las actividades programadas semanalmente durante la ejecución de los proyectos tenía un porcentaje de cumplimiento en promedio del 70 %, no llegando a cumplir con el 100 % de las actividades programadas.

Figura 1.4

Porcentaje (%) de cumplimiento de actividades

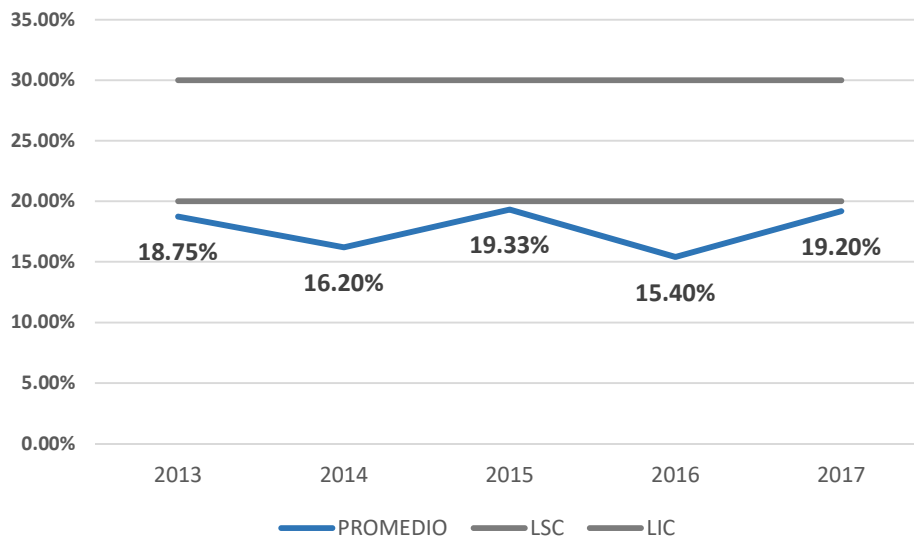


- **Bajos márgenes obtenidos de los proyectos ejecutados**

Los proyectos ejecutados durante los años del 2013-2017 tuvieron en promedio 17.78%, por debajo del rango esperando para los márgenes para los proyectos: 20% - 30%, tal como se en aprecia en la figura 1.5.

Figura 1.5

Márgenes (%) obtenidos de los proyectos ejecutados

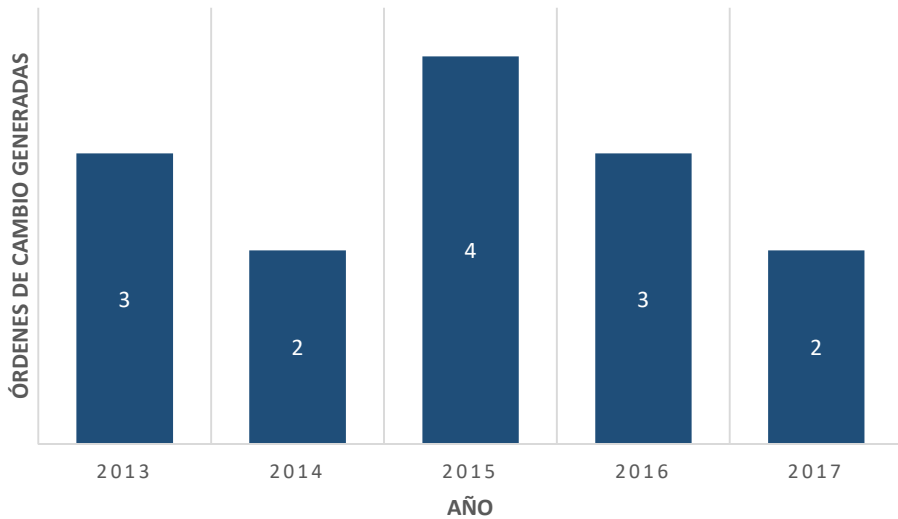


- **Generación de órdenes de cambio en los proyectos**

Los proyectos ejecutados durante los años del 2013-2017 tuvieron en promedio de 2 a 4 órdenes de cambio generadas proyecto, tal como se en aprecia en la figura 1.6.

Figura 1.6

Número de órdenes de cambio generadas por año



CAPITULO II: OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo general

El presente estudio tiene como objetivo principal la implementación de los procesos de planificación, monitoreo y control, de la dirección de proyecto bajo las buenas prácticas de la guía del PMBOK, que permita una eficaz y eficiente gestión de los proyectos.

2.2 Objetivos específicos

- Implementar los formatos de los procesos la planificación y control de los proyectos.
- Implementar la técnica de control gestión del valor ganado en el proyecto (EVM) para la medición de desempeño del cronograma y costo del proyecto.
- Desarrollar la línea base del desempeño del proyecto (alcance, tiempo y costo), para controlar el avance de los proyectos.

CAPITULO III: ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de la presente investigación se llevó a cabo en el servicio adjudicado por la empresa minera “ABC”: “Servicio de ingeniería básica y de detalle y gestión de procura para el proyecto taller central para la ampliación a 130 000 toneladas/día y revisión de ingeniería y gestión de procura de taller de mina”,

El desarrollo de este proyecto se realizó en las oficinas de Lima, Perú. JAD Ingenieros Consultores desarrolló el servicio.

Para el desarrollo del presente servicio, se estimó 120 días calendarios.

La modalidad del proyecto es de suma alzada más gastos reembolsables. El presupuesto asignado fue de \$ 341 066,43 (Trescientos cuarenta un mil sesenta y seis con 43/100 dólares americanos).

Entre las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo del proyecto fueron:

- El área de ingeniería no contaba con un presupuesto asignado para la implementación de mejoras.
- No se contaba con una buena predisposición del personal para recibir capacitaciones fuera del horario de trabajo.
- Se disponía de un tiempo corto para realizar las capacitaciones fuera del horario de trabajo.
- Falta de experiencia del personal en el desarrollo de proyectos mediante metodologías y/o buenas prácticas.

CAPITULO IV: JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Justificación técnica

La implementación de los procesos de planificación, monitoreo y control de dirección de proyectos se realizará a través de la aplicación de formatos, herramientas y técnicas bajo los estándares definidos en la Guía del PMBOK Sexta Edición.

En el mercado local existen profesionales certificados e instituciones que brindan capacitación sobre los estándares del PMI y la guía del PMBOK.

4.2 Justificación económica

El proyecto implementará la gestión del valor ganado (EVM) como técnica para el control costos del proyecto, generando ahorro en costos para el proyecto y por ende obteniendo beneficios económicos para la empresa.

4.3 Justificación social

El proyecto permitirá gestionar el conocimiento en la empresa referente a los procesos de planificación, monitoreo y control de proyectos bajo los estándares definidos en la Guía del PMBOK Sexta Edición., mejorando los procesos del área de ingeniería de la empresa

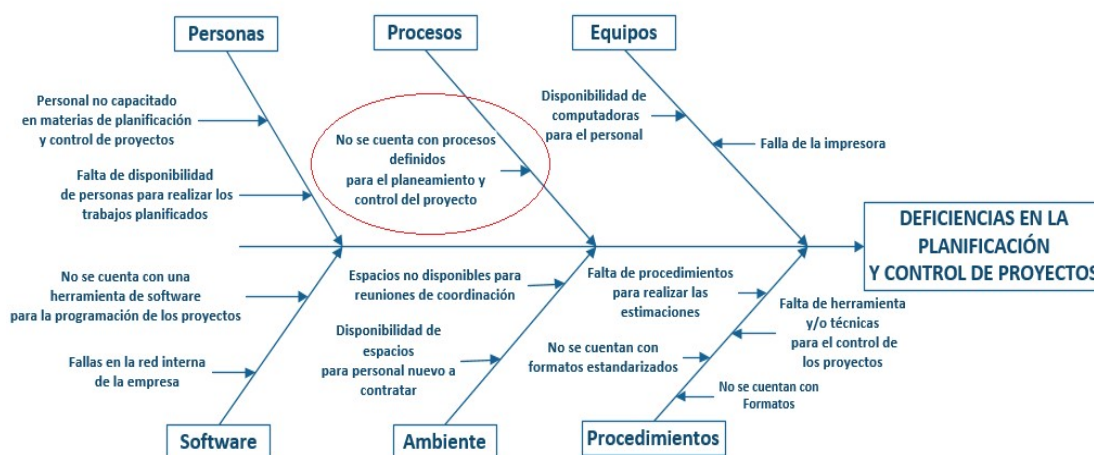
CAPITULO V: PROPUESTA Y RESULTADOS

5.1 Diagnóstico del sistema o proceso de estudio

Se analizaron las causas posibles que generaban las deficiencias en la planificación y control de proyectos, mediante el diagrama Ishiwaka, identificando que la causal principal fue que no se contaba con procesos definidos para el planeamiento y control de proyectos.

Figura 5.1

Diagrama de Ishikawa



5.2 Determinación de propuestas de solución

- **Planteamiento de alternativas de solución**

De acuerdo al problema y sus causas identificadas, se plantean dos posibles soluciones, las cuales se muestran a continuación:

Alternativa 1:

Implementar Scrum

Scrum es un marco de trabajo el cual permitirá gestionar los proyectos de forma ágil; es decir, generar y entregar valor de forma temprana a través de un enfoque iterativo e incremental.

La planificación, seguimiento y control en la gestión de proyectos ágiles se caracteriza por ser a corto plazo, basada en iteraciones, en la que las variables de costo, tiempo y calidad son fijas; sin embargo, la variable de alcance es variable.

Asimismo, “La esencia de Scrum es un pequeño equipo de personas. El equipo individual es altamente flexible y adaptativo” (Schwaber & Sutherland, 2017, p. 4). Estos equipos son llamados el Scrum Team, los cuales son equipos multifuncionales y motivados, teniendo como un líder servicial ágil llamado Scrum Master.

Alternativa 2:

Implementar la gestión de proyectos bajo los estándares PMBOK

La guía del PMBOK permitirán gestionar los proyectos de forma predictiva a través de grupos de procesos y áreas de conocimiento, mediante las buenas prácticas recomendadas.

La planificación, seguimiento y control en la gestión de proyectos predictivos se caracteriza por ser a largo plazo, en la que las variables de costo, tiempo y calidad son variables; sin embargo, la variable de alcance es fija.

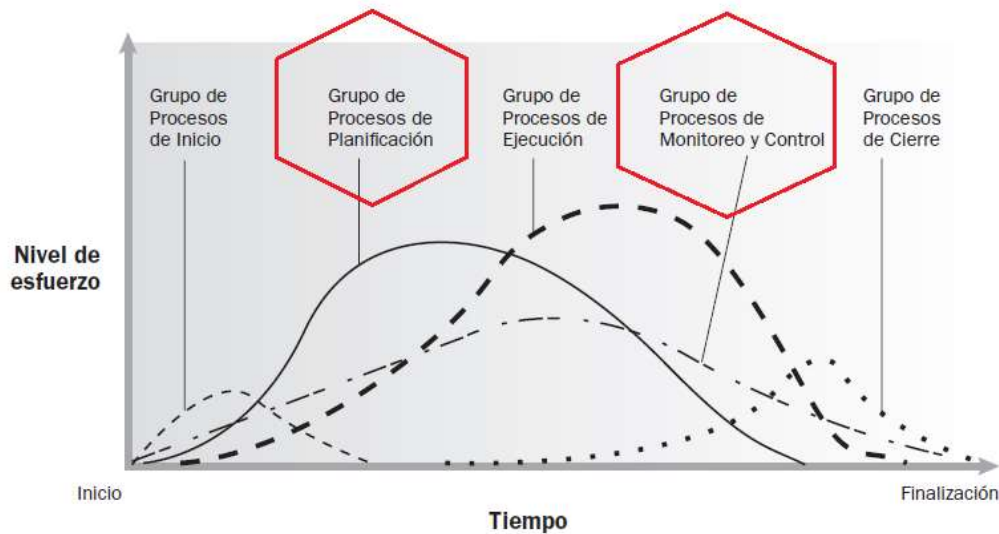
Asimismo, los equipos están conformados por un jefe de proyecto (Project Manager) y un equipo de trabajo.

- **Selección de alternativa de solución**

De acuerdo a lo descrito y detallado en el punto anterior, se eligió la alternativa 2 como solución. Por lo que se propuso a implementar los grupos de procesos de planificación y los grupos de procesos de monitoreo y control, de acuerdo a las buenas prácticas de la Guía del PMBOK Sexta edición., indicadas en la Figura 5.2.

Figura 5.2

Grupos de procesos de la dirección proyecto bajo el enfoque del PMI



Nota. Adaptado de Guía del PMBOK Sexta edición (p. 555), por Project Management Institute, Inc., 2017, Project Management Institute, Inc.

5.3 Desarrollo, planificación y resultado de la solución

a. Ingeniería de solución

Grupo de Procesos de Planificación

Crear la EDT

Mediante este proceso se generará la línea base del alcance del proyecto, la cual está comprendida por el enunciado del alcance del proyecto, la EDT y el diccionario de la EDT.

- **Enunciado del alcance del proyecto**

El enunciado del alcance del proyecto es un documento que comprende el alcance total del proyecto. Este documento es detallado en este proceso de planificación, puesto que ya es descrito aun alto nivel en el proceso 5.3 Definir el alcance, de la Guía del PMBOK.

Para el presente proyecto “Servicio de ingeniería básica y de detalle y gestión de procura para el proyecto taller central a 130 000 toneladas/día y revisión de ingeniería y gestión de procura de taller de mina”, se generó el documento detallado a continuación:

Tabla 5.1*Enunciado del alcance del proyecto*

Componente	Descripción
Título	Servicio de ingeniería básica y de detalle y gestión de procura para el proyecto taller central para la ampliación a 130 000 toneladas/día y revisión de ingeniería y gestión de procura de taller de mina
Objetivos	Desarrollar la ingeniería básica, detalle y procura de la infraestructura para mantenimiento del área 6 295. Desarrollar la revisión de la ingeniería de detalle y la procura del taller de mina El proyecto tendrá un costo de 341 066,43 El proyecto tendrá un plazo de 120 días calendarios.
Entregables	Ingeniería Básica del área 6 295 Ingeniería de Detalle del área 6 295 Revisión de Ingeniería y gestión de procura del taller de mina
Exclusiones	Generales Se excluye el diseño de retiro o desmontaje de estructuras existentes. Se excluye las actividades de procura de tráfico y logística o coordinación de inspecciones. El Cliente entregará planos as built de tuberías enterradas y aéreas de agua fresca y aire comprimido. Exclusiones No forma parte el desarrollo de planos para la etapa de construcción (Planos de fabricación de equipos o planos de desmontaje). No forma parte del alcance el desarrollo de la red principal de suministro de agua potable, aire comprimido y agua fresca. El alcance corresponde al diseño de la red de distribución desde los tie in de empalme aguas abajo. Así mismo no forma parte del alcance el diseño de algún sistema de compensación en caudal o presión si es que la red existente no abasteciera al nuevo requerimiento.
Exclusiones	Ingeniería básica y detalle Se excluye el diseño y cálculo de cualquier tipo de reforzamiento de suelo. No forma parte del alcance diseño de sistema de detección y alarma de incendios. Se excluye diseño de sistema contra incendio y estudio de riego. Se excluye el diseño de las Planta de tratamiento de agua potable y Planta de tratamiento de aguas residuales. Exclusiones Se excluye estudio de coordinación y flujo. Se excluye estudio de resistividad. Revisión de ingeniería taller de mina. No forma parte del alcance la ingeniería de bombas para reparto de combustible y lubricantes. Se excluye revisión de la red de combustible.
Supuestos	Generales El diseño de facilidades no considera la evaluación de alternativas de solución para aprobación por parte del cliente. El diseñador determinará una única solución técnica, en base a su experiencia y cumplimiento de los criterios de funcionalidad. Se desarrollarán planos y documentos para la cotización de las salas eléctricas tipo contenedor. El vendedor será el responsable de desarrollar la ingeniería de fabricación Se realizará el equipamiento de los talleres según los equipos considerados en los planos y documentos facilitados por el Cliente en la etapa de consultas En el área de comedor se realizará la dispensa de alimentos, no contará con área de preparación de alimentos o área de lavado de utilajes y vajillas. Se considera que los servicios (agua de procesos y sello, y aire) cuentan con la capacidad para el nuevo sistema. No se incluye una verificación del impacto en la red existente.

(continua)

(continuación)

Componente	Descripción
Supuestos	<p>El diseño de las señales de control de tanques, sistemas de bombeo y líneas presurizadas, no se deberán integrar al sistema de control de la planta</p> <p>Se aclara que el cliente facilitará los puntos de entrega final de los sistemas de evacuación final de desagües y efluentes. Se excluyen los sistemas de recolección, tratamiento y disposición que proviene de los lavados</p> <p>El diseño de los aceites y grasas para los drenajes tienen un punto en común de descarga, en el cual se almacenan. No se diseñarán sistemas de tratamiento antes de su disposición final.</p> <p>Se considera una lista de equipos menores de la infraestructura fija para el mantenimiento, que no incluye los equipos móviles que se usarán para los procesos de mantenimiento y operación continua que serán definidos y suministrados por el cliente. Para las actividades de procura se considera evaluar como mínimo 3 proveedores (si el mercado local los cuenta) y un máximo 5 proveedores por paquete de contratación. Sólo se ha considerado participar en las reuniones de inicio para aclarar los aspectos técnicos de las órdenes de compra de los equipos principales.</p> <p>Los drenajes sanitarios y aceitosos no se unirán. Estos efluentes serán dispuestos en puntos de descarga diferentes que serán indicado por el cliente.</p> <p>Ingeniería básica y detalle</p> <p>La información certificada vendedor será incorporada en los planos toda vez que esta sea facilitada por el cliente.</p> <p>El área de proyecto 6291, cuenta con malla a tierra por lo que solo se contempla conectarse a la malla tierra existente, por lo que no se considera memoria de cálculo de malla a tierra.</p> <p>Se considera que la sala eléctrica del área 6297 energía eléctrica, energizara las nuevas áreas 6295.</p> <p>Se va a interconectar las distintas áreas con un sistema de comunicaciones para voz en tecnología IP, y para datos a fin de que los equipos de cómputo a utilizar en las distintas áreas entren a la red de datos del cliente, para ello se considera que existe un data center hacia donde se va a canalizar la información, y se dispone de los recursos de telefonía, internet y demás que el cliente utilice.</p>

- **EDT**

“Es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos”. (Guía del PMBOK, 2017, p. 157)

La herramienta utilizada de acuerdo a las buenas prácticas del PMBOK fue la descomposición que consiste en subdividir el alcance del proyecto en partes más pequeñas y manejables, llamados paquetes de trabajo, el cual es el nivel más bajo de la EDT.

La EDT se generó en el programa WBS Schedule Pro:

Figura 5.3

Estructura de desglose de trabajo (EDT)

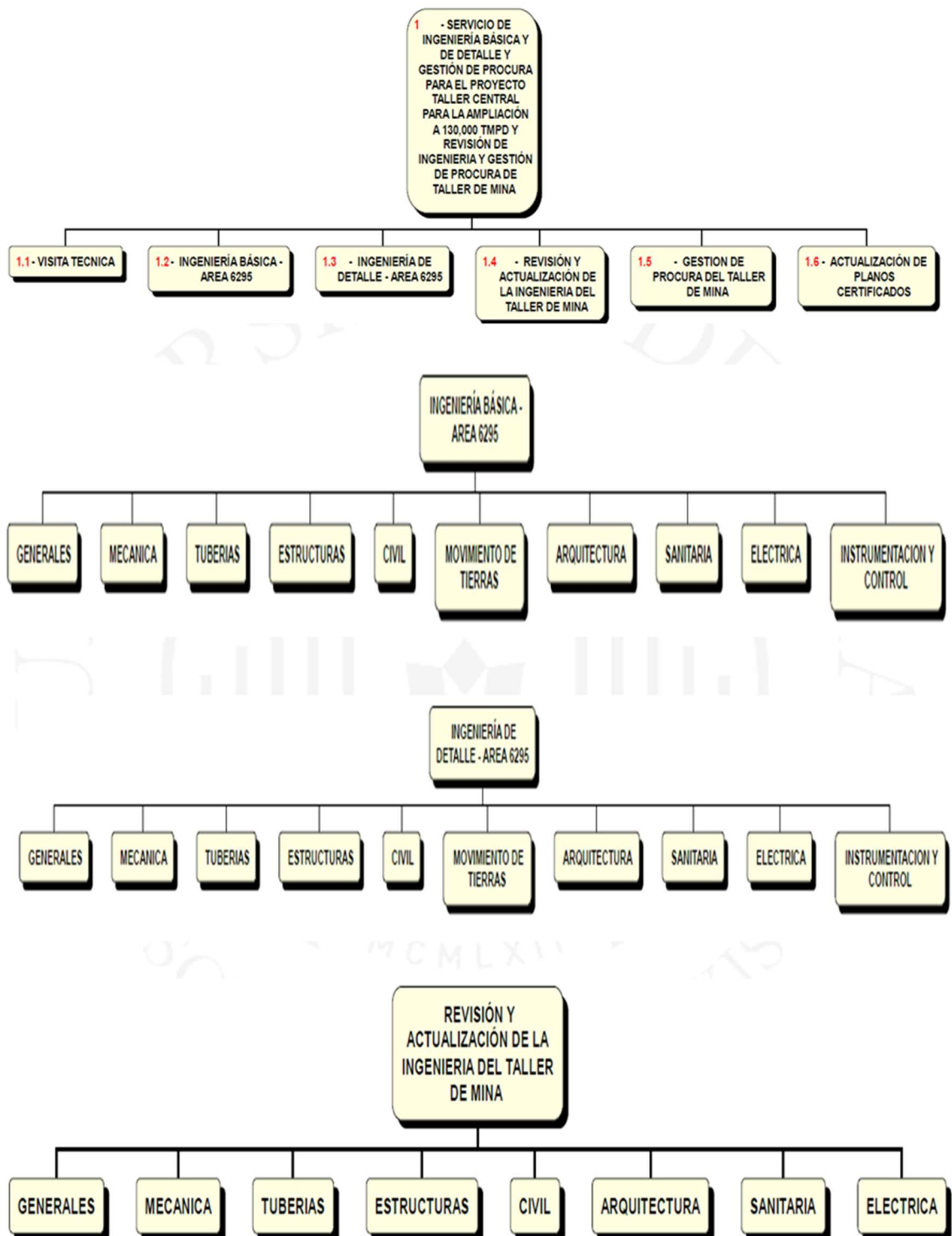


Tabla 5.2*Diccionario de la EDT*

Ítem	Descripción
Código de paquete de trabajo	1.2.2
Nombre del paquete de trabajo	MECÁNICA
Entregable	Listado de equipos mecánicos Hojas de datos Planos
Criterios de aceptación	Revisión A: Para revisión interna Revisión B: Para aprobación del cliente Revisión 0: Para ingeniería de detalle
Duración	26 días calendarios
Fecha de inicio	26/10/2018
Fecha fin	20/11/2018
Aprobación requerida	Jefe del proyecto

Definir las actividades

Mediante este proceso se identifican las actividades necesarias para elaborar los entregables del proyecto. Los documentos importantes que se obtienen en este proceso son lista de actividades y la lista de hitos.

Tabla 5.3*Lista de actividades del proyecto*

Código EDT 1.2.2 Etapa: Ingeniería Básica				
Paquete de Trabajo		Actividades		Alcance de la actividad
Código EDT	Nombre	Código	Actividad	
1.2.2	Mecánica	1.2.2.A01	Elaborar del listado de equipos.	Se incluirán todo el listado de equipos del proyecto.
		1.2.2.A01	Elaborar del listado de equipos.	Elaboración del listado de equipos que detallara todos los equipos necesarios para el proyecto.
		1.2.2.A02	Elaborar las hojas de datos.	Elaboración de las hojas de datos de los equipos críticos del proyecto.
		1.2.2.A03	Elaborar los planos.	Elaboración de los planos de planta y secciones del área de transportes, logística y garita.

Tabla 5.4

Lista de hitos del proyecto

Hito	Fecha
KOM del proyecto	19/09/2018
Inicio del proyecto	10/10/2018
Fin de Ingeniería Básica	26/11/2018
Fin de Ingeniería de Detalle	01/02/2019
Fin del proyecto	16/01/2019

Estimar los recursos de las actividades

Mediante este proceso se estiman los recursos de mano de obra, equipos y materiales, así como el tipo y las cantidades requeridos para poder realizar el trabajo del proyecto. Se obtienen los requisitos de los recursos y la estructura de desglose de recursos.

Figura 5.4

Estructura de desglose de los recursos

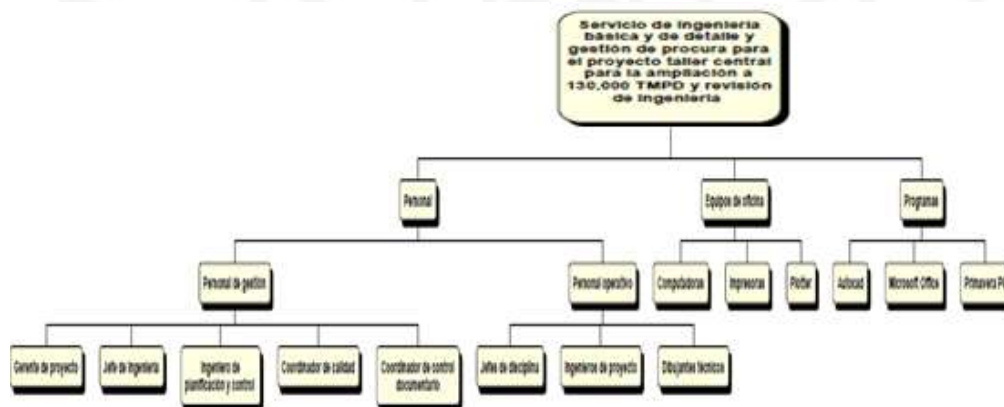


Figura 5.5

Histograma de recursos del proyecto

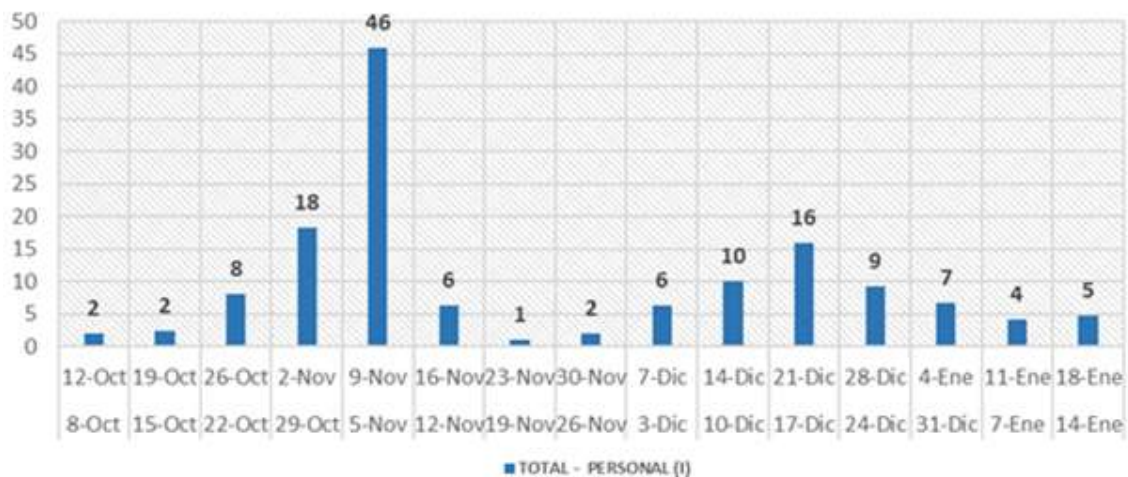


Figura 5.6

Manpower del proyecto

		M1	M2	M3	M4
DISCIPLINAS					
GENERALES					
Jefe de Proyecto	David Lapa	1	1	1	1
Ingeniero	TBD	1	1		1
Dibujante	TBD		1	1	
Dibujante	TBD		1		
MECANICA					
Lider de disciplina	Nilton Santos	1	1	1	
Ingeniero de Proyecto	Victor Coraz	1	1	1	
Ingeniero de Proyecto	TBD		1		
Ingeniero de Proyecto	TBD		1		
Dibujante	TBD	1	1	1	
		M1	M2	M3	M4
DISCIPLINAS					
TUBERIAS					
Lider de disciplina	Carlos Pala	1	1	1	
Ingeniero de Proyecto	TBD	1	1	1	
Dibujante	TBD	1	1	1	
Dibujante	TBD		1	1	
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
Lider de disciplina	Hugo Valqui		1	1	1
Ingeniero de Proyecto	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD			1	1
Dibujante	TBD			1	

(continua)

(continuación)

		M1	M2	M3	M4
DISCIPLINAS					
ESTRUCTURAS					
Lider de disciplina	Giankarlo Gomez		1	1	
Ingeniero de Proyecto	TBD		1	1	
Ingeniero de Proyecto	TBD		1		
Dibujante	TBD		1	1	
Dibujante	TBD		1		
CIVIL					
Lider de disciplina	David Lapa		1	1	1
Ingeniero de Proyecto	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD				1
		M1	M2	M3	M4
DISCIPLINAS					
ARQUITECTURA					
Lider de disciplina	Cesar Luna		1	1	1
Dibujante	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD		1		
SANITARIA					
Lider de disciplina	Richard Montes		1	1	1
Ingeniero de Proyecto	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD		1	1	1
		M1	M2	M3	M4
DISCIPLINAS					
ELECTRICA					
Lider de disciplina	Moises Cordova		1	1	1
Ingeniero de Proyecto	TBD		1	1	1
Ingeniero de Proyecto	TBD		1	1	
Dibujante	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD		1	1	1
INSTRUMENTACION					
Lider de disciplina	Pablo Gonzales		1	1	1
Ingeniero de Proyecto	TBD		1	1	1
Dibujante	TBD		1	1	1

Estimar la duración de las actividades

Mediante este proceso se estima la cantidad de periodos de trabajo para completar las actividades.

La técnica que se utilizó para calcular la cantidad de días necesarios para elaborar los planos y documentos del proyecto, fue la estimación paramétrica, ya que se consideraron los siguientes parámetros:

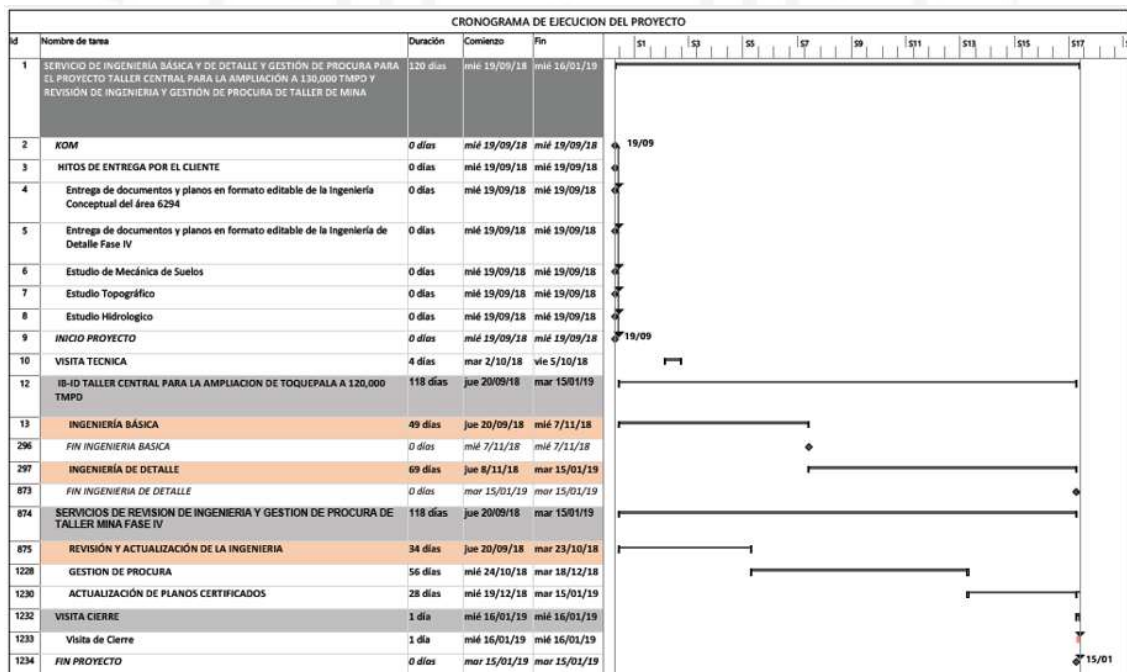
- Cantidad de horas para realizar un plano: 15 HH
- Cantidad de horas para realizar documento: 18 HH

Desarrollo del cronograma

Mediante este proceso se analizan la secuencia de las actividades, duraciones y restricciones del cronograma. Se obtiene la línea base del cronograma y el cronograma del proyecto.

Figura 5.7

Cronograma del proyecto (Diagrama de Gantt)



Estimar los costos

Mediante este proceso se estima los costos de los recursos requeridos para completar las actividades del trabajo del proyecto.

La técnica que se utilizó para estimar los costos fue la estimación paramétrica.

Determinar el presupuesto

Mediante este proceso se analizan la secuencia de las actividades, duraciones y restricciones del cronograma. Se obtiene el presupuesto y la línea base de costo.

Tabla 5.5

Presupuesto del proyecto

Descripción	PRESUPUESTO			
	UND	CANT	PU (\$/unid)	TOTAL (\$)
Directos				
Gerencia de proyecto	HH	601,00	22,69	\$13 639,48
Administración y control de proyectos	HH	654,44	22,38	\$14 648,03
Ingeniería básica	HH	1 114,00	22,69	\$25 281,83
Ingeniería detalle	HH	2 779,50	22,69	\$63 079,74
Revisión de ingeniería	HH	2 951,50	22,69	\$66 983,22
Gestión de procura	HH	606,00	22,69	\$13 752,94
Subcontratos				\$27 741,54
Indirectos				
Recursos de oficina y computo (office and computing resources)	unid	1,00	37 135,42	\$37 135,42
Gastos reembolsables (reimbursable expenses)	unid	1,00	18 020,00	\$18 020,00
Gastos generales	unid	1,00	27 015,21	\$27 015,21
Utilidad	unid	1,00	33 769,02	\$33 769,02
TOTAL				\$341 066,43

Tabla 5.6*Línea base de costos*

Wbs	Item	S1	S2	S3	S4	S5
1.2	Ingeniería básica	21-09-18	28-09-18	05-10-18	12-10-18	19-10-18
1.1	Visita técnica			\$3 039,30		
1.2.1	Generales	\$2 236,93	\$745,64	\$4 890,71	\$0,00	
1.2.2	Mecánica	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$12 612,96	\$427,16
1.2.3	tuberías	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1 236,86	\$690,50
1.2.4	Estructuras	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$2 244,68	\$852,24
1.2.5	Civil	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$883,35
1.2.6	Movimiento de tierras	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1 007,82	\$1 107,29
1.2.7	Arquitectura	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$916,20	\$1 094,85
1.2.8	Sanitaria	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$1 069,97
1.2.9	Eléctrica	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$5 772,03	\$1 642,28
1.2.10	Instrumentación y control	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$637,01
1.3	Ingeniería de detalle					
1.3.1	Generales					
1.3.2	Mecánica					
1.3.3	Tuberías					
1.3.4	Estructuras					
1.3.5	Civil					
1.3.6	Movimiento de tierras					
1.3.7	Arquitectura					
1.3.8	Sanitaria					
1.3.9	Eléctrica					
1.3.10	Instrumentación y control					
	Revisión y actualización de la ingeniería					
1.4	de la ingeniería					
1.4.1	Generales	\$994,56	\$2 497,59	\$4 605,59	\$4 848,05	\$4 121,58
1.4.2	Mecánica	\$0,00	\$0,00	\$8 624,10	\$9 594,03	\$5 631,29
1.4.3	Tuberías	\$0,00	\$0,00	\$1 465,99	\$3 387,96	\$5 256,18
1.4.4	Estructuras	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$5 153,53	\$15 482,18
1.4.5	Civil	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$688,93	\$4 876,43
1.4.6	Arquitectura	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$7 178,04
1.4.7	Sanitaria	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$467,79	\$7 780,07
1.4.8	Eléctrica	\$0,00	\$0,00	\$668,22	\$1 984,58	\$16 833,66
1.5	Gestión de procura					
	Actualización de planos					
1.6	certificados					
	Valor planeado	\$3 231,49	\$3 243,23	\$23 293,91	\$49 915,44	\$75 564,08
	Valor planeado acumulado	\$3 231,49	\$6 474,72	\$29 768,63	\$79 684,07	\$155 248,15

continua

continuación

Wbs	item	S6	S7	S8	S9
1.2	Ingeniería básica	26-10-18	02-11-18	09-11-18	16-11-18
1.1	Visita técnica				
1.2	Ingeniería básica				
1.2.1	Generales		\$26,40	\$6,60	
1.2.2	Mecánica	\$0,00			
1.2.3	tuberías	\$0,00			
1.2.4	Estructuras	\$0,00			
1.2.5	Civil	\$0,00			
1.2.6	Movimiento de tierras	\$0,00			
1.2.7	Arquitectura	\$0,00			
1.2.8	Sanitaria	\$0,00			
1.2.9	Eléctrica	\$2 039,95			
1.2.10	Instrumentación y control	\$791,25			
1.3	Ingeniería de detalle				
1.3.1	Generales			\$0,00	\$0,00
1.3.2	Mecánica			\$6 849,25	\$5 050,21
1.3.3	tuberías			\$0,00	\$848,96
1.3.4	Estructuras			\$0,00	\$783,65
1.3.5	Civil			\$0,00	\$0,00
1.3.6	Movimiento de tierras			\$0,00	\$0,00
1.3.7	Arquitectura			\$0,00	\$0,00
1.3.8	Sanitaria			\$0,00	\$0,00
1.3.9	Eléctrica			\$0,00	\$12 943,35
1.3.10	Instrumentación y control			\$0,00	\$0,00
1.4	Revisión y actualización de la ingeniería				
1.4.1	Generales	\$0,00			
1.4.2	Mecánica	\$0,00			
1.4.3	tuberías	\$0,00			
1.4.4	Estructuras	\$0,00			
1.4.5	Civil	\$0,00			
1.4.6	Arquitectura	\$0,00			
1.4.7	Sanitaria	\$1 213,21			
1.4.8	Eléctrica	\$23 131,90			
1.5	Gestión de procura			\$1 964,71	\$1 964,71
	Actualización de planos				
1.6	certificados				
	Valor planeado	\$27 176,31	\$26,40	\$8 820,56	\$21 590,89
	Valor planeado acumulado	\$182 424,46	\$182 450,86	\$191 271,41	\$212 862,30

continua

continuación

Wbs	item	S11	S12	S13	S14
1.2	Ingeniería básica	30-11-18	07-12-18	14-12-18	21-12-18
1.1	Visita técnica				
1.2	Ingeniería básica				
1.2.1	Generales				
1.2.2	Mecánica				
1.2.3	tuberías				
1.2.4	Estructuras				
1.2.5	Civil				
1.2.6	Movimiento de tierras				
1.2.7	Arquitectura				
1.2.8	Sanitaria				
1.2.9	Eléctrica				
1.2.10	Instrumentación y control				
1.3	Ingeniería de detalle				
1.3.1	Generales	\$1 275,27	\$553,85	\$0,00	\$2 613,79
1.3.2	Mecánica	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
1.3.3	tuberías	\$1 322,50	\$0,00	\$0,00	\$0,00
1.3.4	Estructuras	\$1 590,15	\$0,00	\$0,00	\$0,00
1.3.5	Civil	\$2 479,69	\$3 230,79	\$3 685,80	\$1 404,43
1.3.6	Movimiento de tierras	\$5 595,44	\$3 741,56	\$2 677,18	\$0,00
1.3.7	Arquitectura	\$1 911,78	\$1 406,60	\$0,00	\$0,00
1.3.8	Sanitaria	\$2 603,02	\$3 464,41	\$1 305,31	\$0,00
1.3.9	Eléctrica	\$6 337,77	\$3 742,58	\$5 046,45	\$3 884,46
1.3.10	Instrumentación y control	\$976,13	\$2 153,86	\$2 457,20	\$2 600,79
1.4	Revisión y actualización de la ingeniería				
1.4.1	Generales				
1.4.2	Mecánica				
1.4.3	tuberías				
1.4.4	Estructuras				
1.4.5	Civil				
1.4.6	Arquitectura				
1.4.7	Sanitaria				
1.4.8	Eléctrica				
1.5	Gestión de procura	\$1 964,71	\$1 964,71	\$1 964,71	\$1 964,71
1.6	Actualización de planos certificados				
	Valor planeado	\$26 056,44	\$20 258,35	\$17 136,63	\$12 468,17
	Valor planeado acumulado	\$271 005,84	\$291 264,20	\$308 400,83	\$320 869,00

Continúa

continuación

Wbs	item	S15	S16	S17	S18
1.2	Ingeniería básica	28-12-18	04-01-19	11-01-19	18-01-19
1.1	Visita técnica				
1.2	Ingeniería básica				
1.2.1	Generales				
1.2.2	Mecánica				
1.2.3	Tuberías				
1.2.4	Estructuras				
1.2.5	Civil				
1.2.6	Movimiento de tierras				
1.2.7	Arquitectura				
1.2.8	Sanitaria				
1.2.9	Eléctrica				
1.2.10	Instrumentación y control				
1.3	Ingeniería de detalle				
1.3.1	Generales	\$2 690,57	\$875,31	\$329,87	\$329,87
1.3.2	Mecánica	\$0,00			
1.3.3	tuberías	\$0,00			
1.3.4	Estructuras	\$0,00			
1.3.5	Civil	\$0,00			
1.3.6	Movimiento de tierras	\$0,00			
1.3.7	Arquitectura	\$0,00			
1.3.8	Sanitaria	\$0,00			
1.3.9	Eléctrica	\$742,99			
1.3.10	Instrumentación y control	\$316,17			
1.4	Revisión y actualización de la ingeniería				
1.4.1	Generales				
1.4.2	Mecánica				
1.4.3	tuberías				
1.4.4	Estructuras				
1.4.5	Civil				
1.4.6	Arquitectura				
1.4.7	Sanitaria				
1.4.8	Eléctrica				
1.5	Gestión de procura	\$3 728,16	\$3 728,16	\$3 728,16	\$3 728,16
1.6	Actualización de planos certificados				
	Valor planeado	\$7 477,89	\$4 603,47	\$4 058,03	\$4 058,03
	Valor planeado acumulado	\$328 346,89	\$332 950,36	\$337 008,40	\$341 066,43

Figura 5.8

Curva S – Ingeniería Básica del área 6 295m²

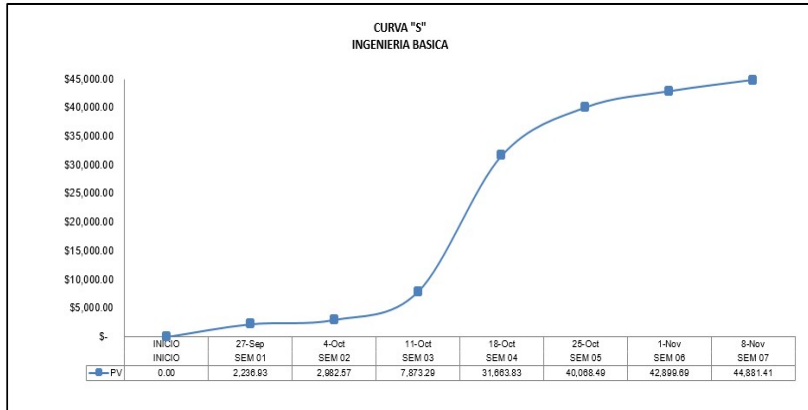


Figura 5.9

Curva S – Ingeniería de Detalle del área 6 295m²

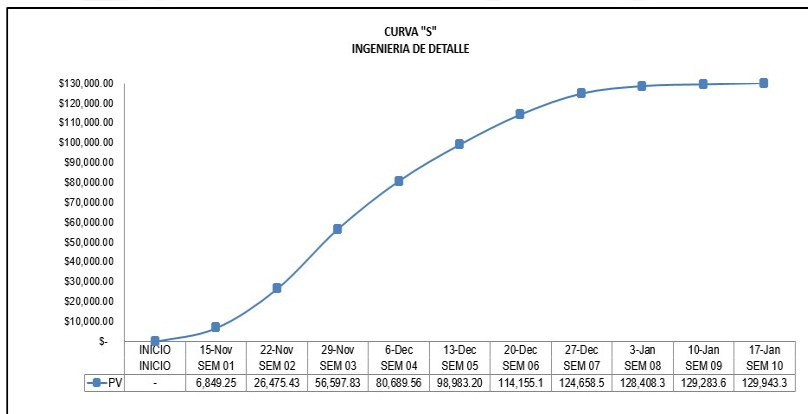
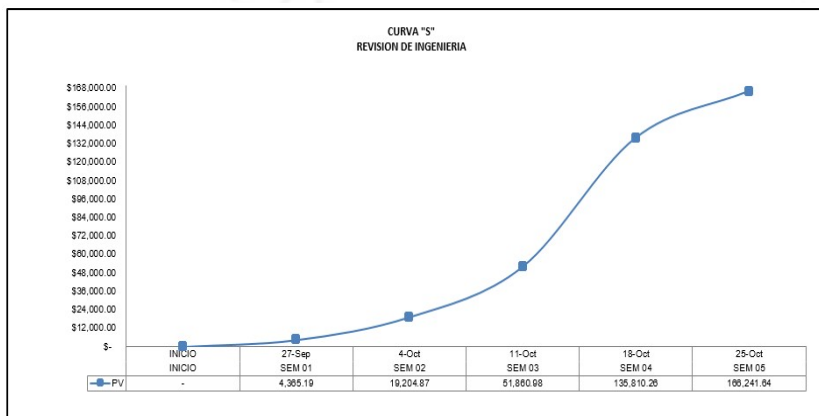


Figura 5.10

Curva S – Revisión de la Ingeniería



Controlar el cronograma

Mediante este proceso se realizó el control del avance del proyecto, comparándolo con la línea base del cronograma para medir el estado actual del proyecto. La técnica que se usó fue la del análisis de valor ganado, monitoreando semanalmente los indicadores de SV y SPI.

Las variables que trabajan en gestión de valor ganado para el control del cronograma son las siguientes:

PV: Es el costo planificado del trabajo programado

EV: Es el costo planificado del trabajo realmente ejecutado

La variación del cronograma (SV) se determina de acuerdo al siguiente cálculo:

$$SV = EV - PV$$

La interpretación del indicador la podremos apreciar a continuación:

Figura 5.11

Interpretación de resultados de variación de cronograma y costo



Nota. Adaptado de *Planificación y control de proyectos* (p. 435), por V. Gordillo Otárola y C. Acuña Valencia, 2018, PM Certifica.

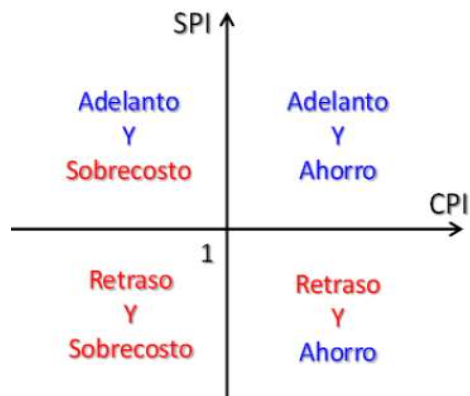
Asimismo, el índice de desempeño del cronograma (SPI) se determina de la siguiente forma:

$$SPI = EV / PV$$

La interpretación del indicador la podremos apreciar a continuación:

Figura 5.12

Interpretación de resultados del índice de desempeño del cronograma y de costos



Nota. Adaptado de *Planificación y control de proyectos* (p. 435), por V. Gordillo Otárola y C. Acuña Valencia, 2018, PM Certifica.

Controlar los costos

Mediante este proceso se realiza el control de costos del proyecto, comparándolo con la línea base de costos para medir el estado actual del proyecto. La técnica que se usó fue la del análisis de valor ganado, monitoreando semanalmente los indicadores de CV y CPI.

Las variables que trabajan en gestión de valor ganado para el control del cronograma son las siguientes:

AC: Es el costo real del trabajo realmente ejecutado

EV: Es el costo planificado del trabajo realmente ejecutado

La variación del costo (CV) se determina de acuerdo al siguiente cálculo:

$$CV = EV - AC$$

La interpretación del indicador la podremos apreciar en la Figura 5.9

Asimismo, el índice de desempeño del cronograma (CPI) se determina de la siguiente forma:

$$CPI = EV / AC$$

La interpretación del indicador la podremos apreciar en la Figura 5.10

Se aplicaron las técnicas de valor ganado en el proyecto obteniendo los siguientes resultados al finalizar el desarrollo de la Ingeniería Básica:

Figura 5.13

Curva S al término del proyecto – Ingeniería Básica

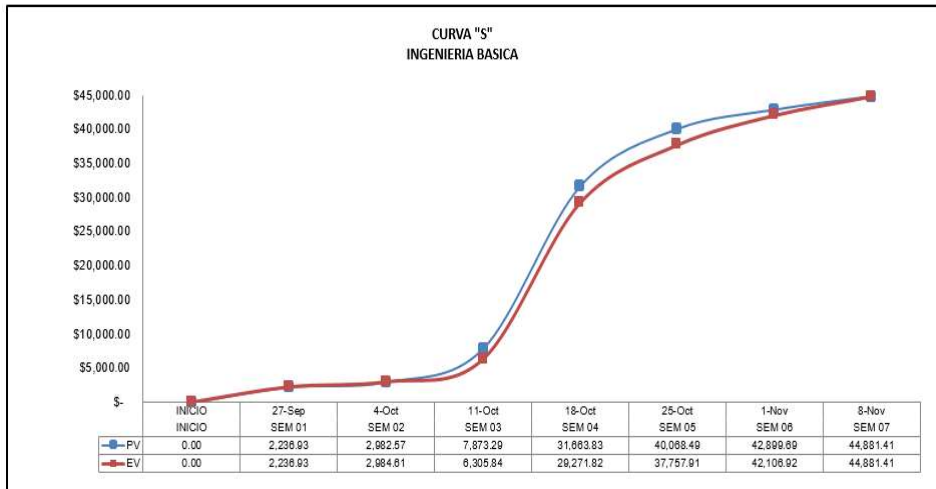


Tabla 5.7

Resultado de índices de desempeño – Ingeniería Básica

Semana	PV	AC	EV	CPI	SPI
Semana 1	\$ 2 236,93	\$ 1 725,20	\$ 2 236,93	1,30	1,00
Semana 2	\$ 2 982,57	\$ 2 284,61	\$ 2 984,61	1,31	1,00
Semana 3	\$ 7 873,29	\$ 5 020,30	\$ 6 305,84	1,26	0,80
Semana 4	\$ 31 663,83	\$ 23 050,22	\$ 29 271,82	1,27	0,92
Semana 5	\$ 40 068,49	\$ 29 547,85	\$ 37 757,91	1,28	0,94
Semana 6	\$ 42 899,69	\$ 32 325,80	\$ 42 106,92	1,30	0,98
Semana 7	\$ 44 881,41	\$ 35 581,41	\$ 44 881,41	1,26	1,00

Al interpretar podemos apreciar que el proyecto finalizó con un CPI de 1,26; es decir con ahorro en costos, generando un margen final de la Ingeniería Básica del 26%. Asimismo, finalizó con SPI de 1,00 es decir se finalizaron los trabajos de acuerdo a lo planificado.

b. Plan de implementación de la solución

El plan de implementación se realizó a través de la capacitación del personal en materia de la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMBOK – Sexta edición.

La capacitación se planificó realizarla fuera del horario de trabajo (8am - 6pm), de tal forma de no afectar las labores diarias del personal. Se llevó a cabo durante 10 días útiles en el horario de 6:30 pm a 8:30 pm, previos al inicio del proyecto.

Asimismo, la capacitación se estructuró en áreas de conocimiento de la dirección de proyectos, las cuales de acuerdo a los estándares descritos en la guía del PMBOK, estas son 10 áreas de conocimiento. Un área de conocimiento se describe en términos de “términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen (Guía del PMBOK, 2017, p. 23).

La asignación de las responsabilidades de las actividades para la implementación de la solución se muestra en la tabla 5.8.

Tabla 5.8

Matriz de asignación de responsabilidades – Diagrama RACI

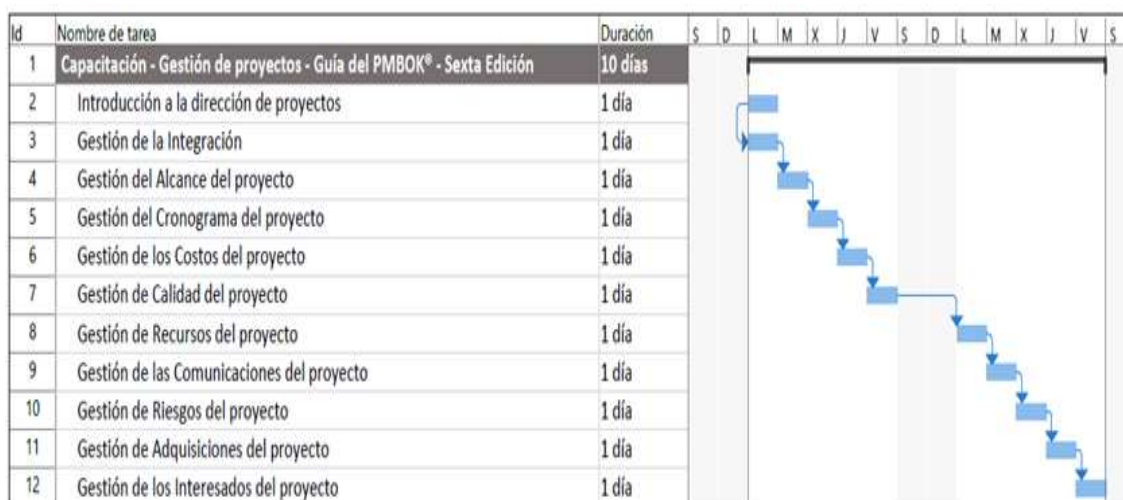
Actividades	Roles				
	Gerente de proyecto	Jefe del proyecto	Ingeniero de Planificación y Control de proyectos	Coordinador de calidad	Coordinador de control documentario
Capacitar al personal gestión de proyectos PMBOK	A	C	R	I	I
Elaborar los formatos para los procesos	A	C	C	R	I
Completar los formatos de los procesos	A	C	R	I	I
Elaborar la EDT del proyecto	A	C	R	I	I
Generar el histograma de recursos	A	C	R	I	I
Generar el manpower del personal	A	C	R	I	I
Elaborar el cronograma del proyecto	A	C	R	I	I
Realizar el presupuesto del proyecto	A	C	R	I	I
Elaborar la línea base de costos	A	C	R	I	I
Crear la curva S del proyecto	A	C	R	I	I
Control el cronograma del proyecto	A	C	R	I	I
Controlar los costos del proyecto	A	C	R	I	I
Elaborar los reportes de avance del proyecto	A	C	R	I	I

c. Actividades y cronograma de implementación de la solución

Para poder desarrollar la capacitación del personal en la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMBOK – Sexta edición, se elaboró un Diagramas Gantt, el cual se muestra en la figura 5.14.

Figura 5.14

Presupuesto requerido de la solución



d. Presupuesto requerido para la ejecución de la solución

Para el desarrollo de la solución, se realizó un presupuesto en base a las horas hombre (HH) utilizadas para la capacitación del personal en la gestión de proyectos bajo el enfoque del PMBOK. Éste ascendió a la suma de \$ 14 156,51, el cual se detalla en la tabla 5.9

Tabla 5.9

Presupuesto requerido de la solución

Perfil	Nº Personas	HH	Costo Unitario (\$ / HH)	Costo total (\$)
Gerente de proyecto	1	40	42,82	\$1 712,94
Jefe de proyecto	1	40	34,84	\$1 393,44
Líder de disciplina	9	40	26,18	\$9 425,82
Ingeniero de Planificación y Control de proyectos	1	40	13,54	\$541,44
Coordinador de calidad	1	40	13,54	\$541,44
Coordinador de control documentario	1	40	13,54	\$541,44
TOTAL (\$)				\$14 156,51

e. Evaluación económica de la solución

La evaluación económica que se realizó fue a través del comparativo entre los resultados económicos que se obtuvieron por los problemas presentados en los proyectos durante los últimos cinco años, respecto a los resultados que se obtuvieron en los proyectos, posterior a la implementación de los procesos de planificación, monitoreo y control en los proyectos bajo los estándares del PMBOK.

A continuación, en la tabla 5.10 se muestran los comparativos:

Tabla 5.10

Comparativo de resultados económicos

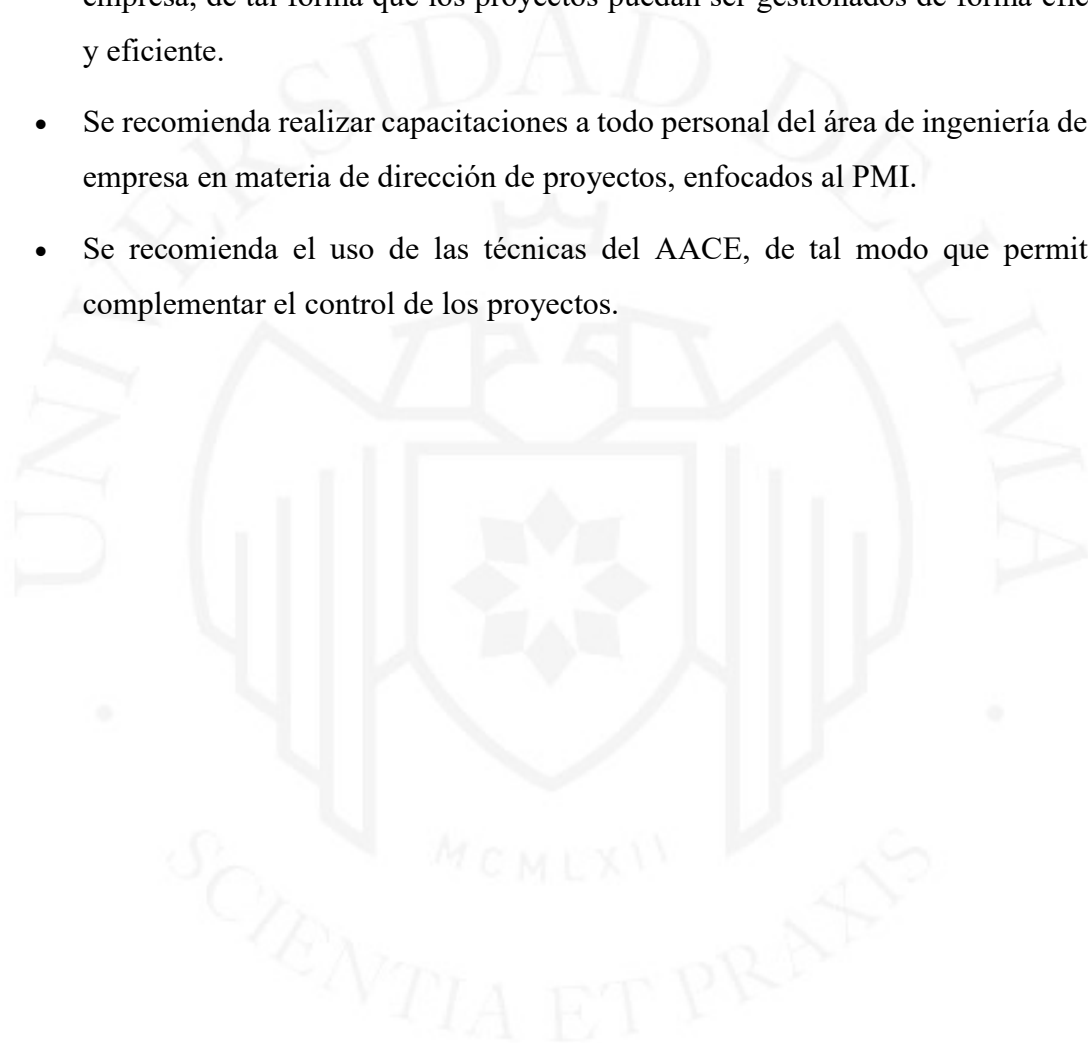
Concepto	Proyecto gestionados sin buenas prácticas del PMBOK	Proyecto gestionados con buenas prácticas del PMBOK
Costo de HH adicionales para término de los proyectos fuera de plazo	\$9 000,00 - \$17 000,00	\$ 0,00
Costo de HH adicionales para cumplimiento semanal de actividades	\$ 2 125	\$ 0,00
Utilidad de los proyectos	\$17 000,00 - \$54 000,00	\$26 000,00 - \$ 8 000,00
Pérdida por órdenes de cambio	\$8 000,00 - \$24 000,00	0,00

CONCLUSIONES

- Se implementaron los formatos de los procesos de planificación y control de los proyectos de acuerdo a los estándares definidos en el PMBOK.
- Se implementó la técnica de gestión de valor ganado en el proyecto (EVM), logrando obtener buenos indicadores de desempeño de costo y cronograma.
- A través de las técnicas y herramientas definidas en el PMBOK y herramientas de ingeniería industrial se logró realizar buenas estimaciones para el proyecto.
- Se generaron las 03 líneas bases del proyecto: costo, tiempo y alcance. Esto permitió obtener la línea base de desempeño del proyecto para un adecuado seguimiento y control.
- Se logró finalizar el proyecto en el costo y plazo estimados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de los 49 procesos de la dirección de proyectos bajo el estándar del PMBOK.
- Se recomienda la implementación de una PMO para el área de ingeniería de la empresa, de tal forma que los proyectos puedan ser gestionados de forma eficaz y eficiente.
- Se recomienda realizar capacitaciones a todo personal del área de ingeniería de la empresa en materia de dirección de proyectos, enfocados al PMI.
- Se recomienda el uso de las técnicas del AACE, de tal modo que permitan complementar el control de los proyectos.

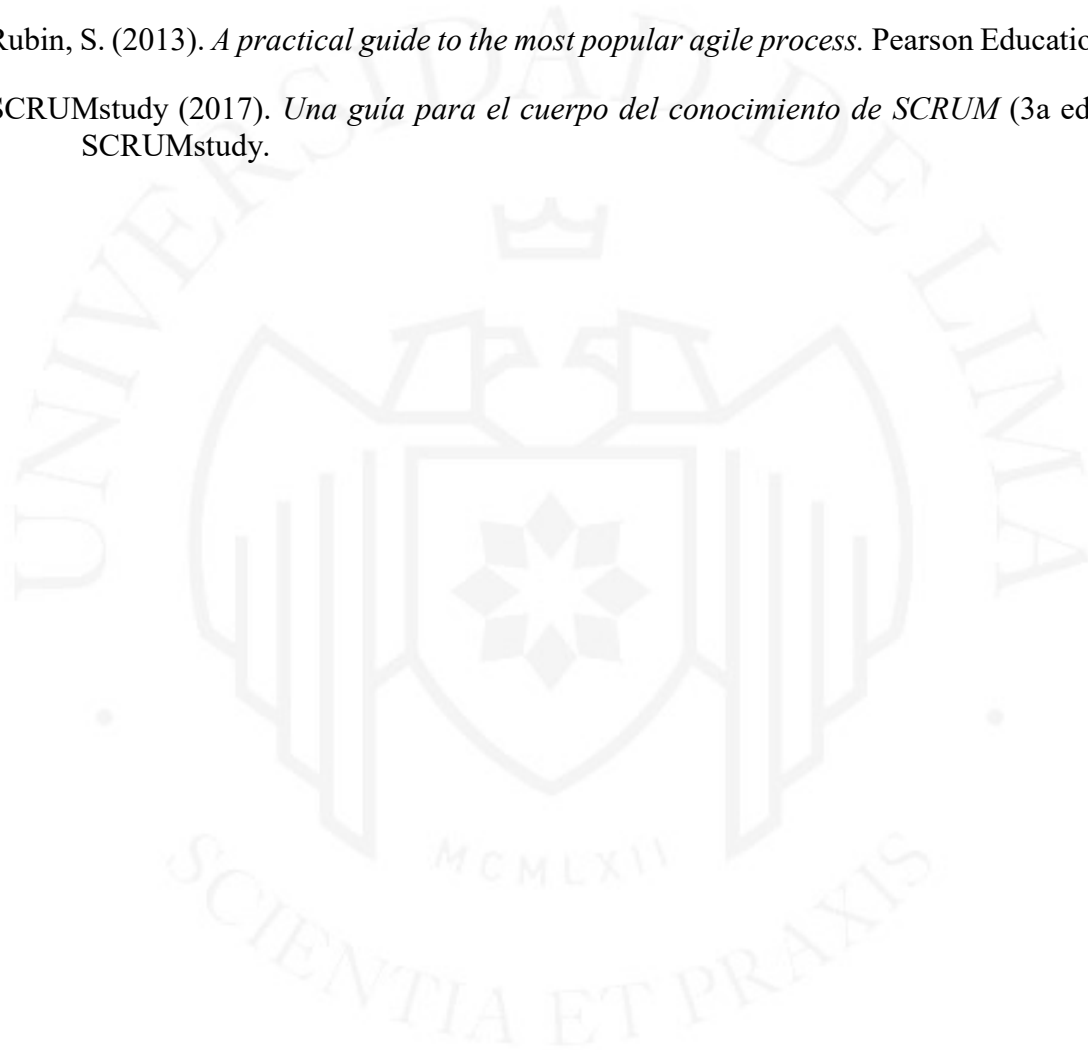


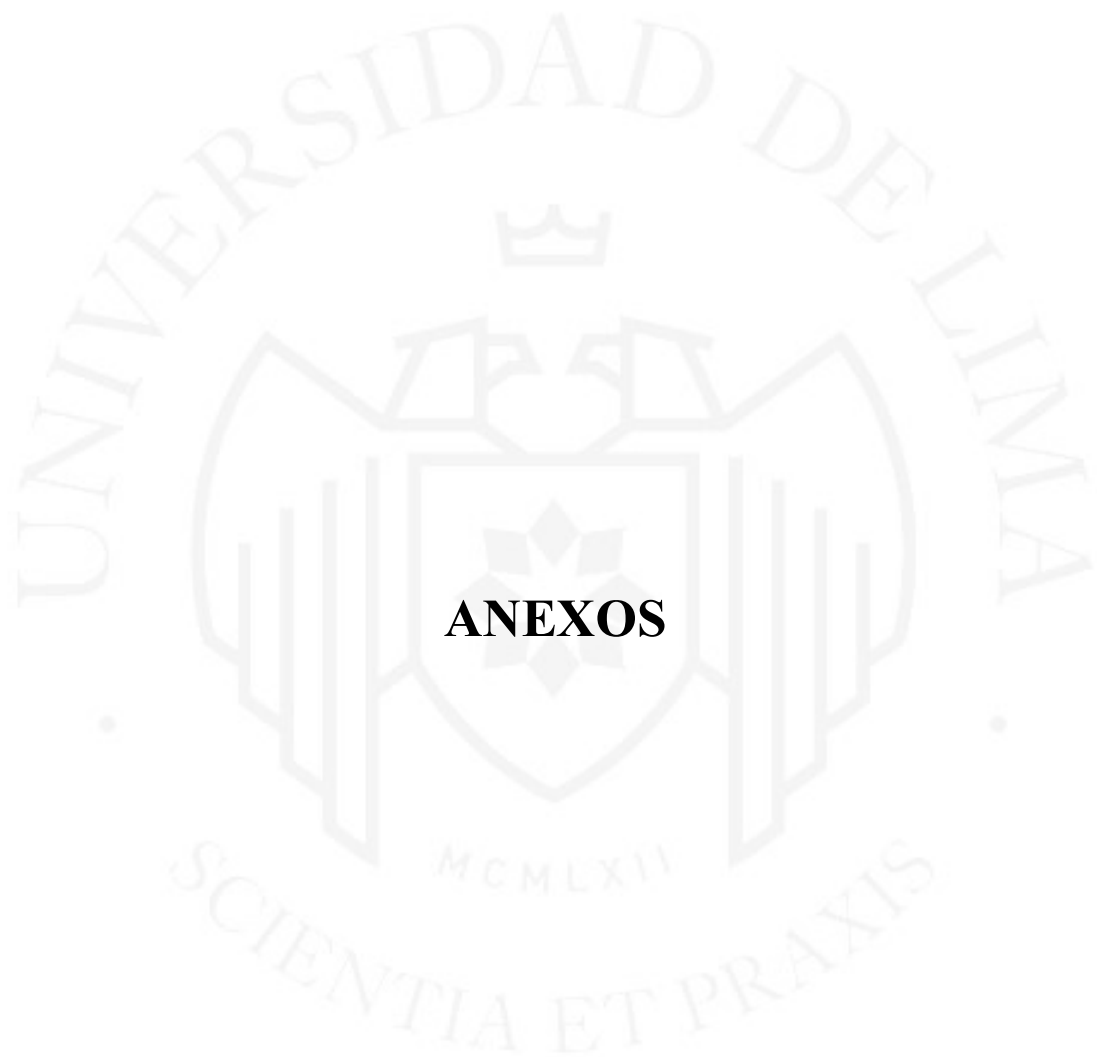
REFERENCIAS

- Banco Central de Reserva del Perú (2018). *Memoria 2018*.
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/2018/memoria-bcrp-2018.pdf>
- Gordillo Otárola, V., y Acuña Valencia, C. (2018). *Planificación y control de proyectos* (2ª ed.). PM Certifica.
- Ministerio de Energía y Minas (2017). 2010-2019: *Inversiones totales en la minería peruana* (US\$ millones).
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2019/AM2019.pdf>
- Perú Top 10 000 (2017). Facturaciones por sector económico.
- Project Management Institute (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (6ª ed.). Project Management Institute
- Schwaber, K., y Sutherland J. (noviembre del 2017). *La Guía de Scrum*. Scrumguides.org. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Spanish-SouthAmerican.pdf>
- Universidad ESAN (25 de junio del 2019). *Balance económico 2019: perspectivas del crecimiento económico en el Perú*. <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/06/balance-economico-2019-perspectivas-del-crecimiento-economico-en-el-peru/>

BIBLIOGRAFÍA

- Agile Alliance (2020). *Manifiesto for Agile Software Development*.
<https://www.agilealliance.org/agile101/the-agile-manifesto/>
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., y Noriega M. (2010). *Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas* (1a ed.). Universidad de Lima.
- Rubin, S. (2013). *A practical guide to the most popular agile process*. Pearson Education.
- SCRUMstudy (2017). *Una guía para el cuerpo del conocimiento de SCRUM* (3a ed.). SCRUMstudy.





ANEXOS

Anexo 1: Matriz Porter ponderada

Amenaza de nuevos competidores entrantes

	Sector muy poco atractivo	←-----→					Sector muy atractivo
	Alta amenaza de ingreso	←-----→					Baja amenaza de ingreso
	Barreras bajas						Barreras altas
Barreras de Entrada	Dimensión	1	2	3	4	5	Dimensión
Diferenciación del producto	Baja			x			Alta
Identificación de marca	Baja			x			Alta
Requisito de capital	Bajo		x				Alto
Imitación del proceso	Fácil		x				Difícil
Efecto de experiencia	No importante			x			Muy importante
Sumatoria total por columna		0	4	9	0	0	Suma Total
							13
Grado de atraktividad (GA) = Suma total / (número de barreras x 5)							0.52
Poder de la fuerza (PF) = (1 - GA)							0.48

Rivalidad entre los competidores

	Sector muy poco atractivo	←-----→					Sector muy atractivo
	Alta Rivalidad	←-----→					Baja rivalidad
	Características existentes	Dimensión	1	2	3	4	5
Crecimiento del sector	Bajo			x			Alto
Sobre oferta existente	Alta			x			No existe
Diferenciación del producto	Baja		x				Alta
Costo de cambio	Bajo						Alto
Número de competidores	Alto		x				Bajo
Sumatoria total por columna		0	4	6	0	0	Suma Total
Grado de atraktividad (GA) = Suma total / (número de características x 5)							0.40
Poder de la fuerza (PF) = (1 - GA)							0.60

Amenaza de los productos sustitutos

	Sector muy poco atractivo	←-----→					Sector muy atractivo
	Alta amenaza de sustitución	←-----→					Baja amenaza de sustitución
	Características existentes	Dimensión	1	2	3	4	5
Posibilidad de sustitutos cercanos	Alta			x			Baja
Costo de cambio del usuario	Bajos				x		Altos
Agresividad del producto sustituto	Alta				x		Baja
Propensión de los consumidores a cambiar de productos	Alta			x			Baja
Relación valor del producto sustituto / precio del producto sustituto	Alto				x		Bajo
Sumatoria total por columna		0	0	6	12	0	Suma Total
							18
Grado de atraktividad (GA) = Suma total / (número de características x 5)							0.72
Poder de la fuerza (PF) = (1 - GA)							0.28

Poder de negociación de los clientes

	Sector muy poco atractivo	←-----→					Sector muy atractivo
	Alta poder de negociación	←-----→					Bajo poder de negociación
Características existentes	Dimensión	1	2	3	4	5	Dimensión
Numero de grandes compradores	Pocos					x	Muchos
Concentración de compradores	Alta	x					Baja
Diferenciación del producto	Bajo		x				Alto
Identificación de marca	Baja				x		Alta
Información de los compradores respecto del sector	Alta	x					Baja
Sumatoria total por columna		2	2	0	4	5	Suma Total 13
$\text{Grado de atractividad (GA)} = \frac{\text{Suma total}}{\text{número de características} \times 5}$							0,52
$\text{Poder de la fuerza (PF)} = (1 - \text{GA})$							0,48

Poder de negociación de los proveedores

	Sector muy poco atractivo	←-----→					Sector muy atractivo
	Alta poder de negociación	←-----→					Bajo poder de negociación
Características existentes	Dimensión	1	2	3	4	5	Dimensión
Numero de grandes proveedores	Pocos				x		Muchos
Concentración de proveedores	Alta				x		Baja
Sustitubilidad del producto proveído	Bajo				x		Alto
Información de los proveedores respecto del sector	Alta		X				Baja
Sumatoria total por columna		0	2	0	12	0	Suma Total 14
$\text{Grado de atractividad (GA)} = \frac{\text{Suma total}}{\text{número de características} \times 5}$							0,70
$\text{Poder de la fuerza (PF)} = (1 - \text{GA})$							0,30

