

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“PLANIFICACIÓN Y CONTROL BASADO EN PROCESOS PARA
LA GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTO DE LA OBRA
LABORATORIOS PARA LA E.P. INGENIERÍA DE MINAS DE LA
UNA PUNO EN LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS”.**

TESIS

PRESENTADA POR:

CARLOS ENRIQUE ORMEÑO RAMÍREZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“PLANIFICACIÓN Y CONTROL BASADO EN PROCESOS PARA LA GESTIÓN DEL TIEMPO Y COSTO DE LA OBRA LABORATORIOS PARA LA E.P. INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNA PUNO EN LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS.”

TESIS PRESENTADA POR:

CARLOS ENRIQUE ORMEÑO RAMÍREZ

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE:

.....
 M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOBA

PRIMER MIEMBRO:

.....
 M.C. EMILIO CASTILLO ARONI

SEGUNDO MIEMBRO:

.....
 Ing. NÉSTOR GONZALES SUCASAIRE

DIRECTOR DE TESIS:

.....
 Dr. SAMUEL HUAQUISTO CÁCERES

TEMA: Planificación y control de obra.

ÁREA: Construcciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Construcciones y Gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 DE JULIO DEL 2019

DEDICATORIA

La presente Tesis va dedicado a:

Mis padres, Luis y Josefina, por los valores inculcados hacia mi persona, por la educación brindada, la cual considero fue la mejor herencia que me dieron y por su constante apoyo para la realización de mi proyecto de tesis. Son los mejores padres que uno pudiera tener.

Así mismo, a mis hermanos José Luis y Katherine, por estar siempre a mi lado y ser el soporte para no darme por vencido y así lograr mis objetivos. Los quiero mucho.

A todos ustedes dedico éste proyecto, porque fueron parte fundamental en la realización del mismo.

Carlos Enrique Ormeño Ramírez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, mi alma máter y también donde laboré en los primeros años como egresado.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los cuales a través de su experiencia y conocimientos transmitidos fueron vitales para poder plasmarlos en la realización de la presente tesis.

A mi Director y Asesor de tesis, Dr. Samuel Huaquisto Cáceres, quien estuvo desde la obtención de mi grado de bachiller y en el proceso de la ejecución de la tesis, gracias por su constante apoyo y tiempo que le dedicó a este proyecto.

Carlos Enrique Ormeño Ramírez

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
CAPITULO I.....	12
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1.1. Problema General.....	13
1.1.2. Problema Específico.....	13
1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.2.1. Hipótesis General	13
1.2.2. Hipótesis Específica.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	14
1.4. OBJETIVOS DE ESTUDIO	15
1.4.1. Objetivo General	15
1.4.2. Objetivos Específicos.....	16
CAPÍTULO II	17
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	17
2.1 ANTECEDENTES.....	17
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	19
2.3 MARCO TEÓRICO.....	23
2.3.1 Control y Evaluación de Proyectos.....	23
2.3.2 Control y Mejora de Procesos	23
2.3.3 Gerencia de Proyectos.....	24
2.3.4 Herramientas y Técnicas de Gestión de Proyectos	27
2.3.5 Sistema de Gestión.....	30
2.3.6 Gestión por Procesos.....	31
2.3.7 El Sistema de Planificación y Control por Procesos para Proyectos de Construcción	45
2.3.8 Filosofía Lean	53
2.3.9 La Productividad en la Construcción	56
CAPÍTULO III.....	58
3. MATERIALES Y MÉTODOS	58
3.1 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	58
3.1.1 Tipo de Investigación.....	58

3.1.2	Diseño de la Investigación	58
3.1.3	Población y Muestra.....	59
3.1.4	Ubicación Espacial.....	60
3.1.5	Ubicación Temporal.....	60
3.1.6	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	60
3.1.7	Variables	61
3.2	DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL.....	65
3.3	ELABORACIÓN DEL MAPA DE PROCESOS	65
3.4	PLANIFICACIÓN DE LA OBRA	67
3.4.1	Gestión del Alcance	67
3.4.2	Gestión del Tiempo.....	71
3.4.3	Gestión del Costo	75
3.5	ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DETALLADA	79
3.6	CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS.....	82
3.7	MEDICIÓN DE LOS RENDIMIENTOS Y/O PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA 84	
	CAPÍTULO IV.....	86
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	86
4.1	DE LA PLANIFICACIÓN POR PROCESOS.....	86
4.1.1	Resultados del Avance de los procesos de la Obra	86
4.2	DEL CONTROL DE LOS PROCESOS	98
4.3	DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL POR PROCESOS	122
4.3.1	Indicador de Tiempo – SPI (shedule performance index).....	122
4.3.2	Indicador de Costo – CPI (cost performance index).....	124
4.4	COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE LA PLANIFICACIÓN PROPUESTA VERSUS EXPEDIENTE TÉCNICO.....	126
4.5	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	128
	CAPÍTULO V	132
5.	CONCLUSIONES	132
	CAPÍTULO VI.....	133
6.	RECOMENDACIONES	133
	CAPÍTULO VII	134
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
	ANEXOS	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Círculo de Mejora Continua de Demming 24

Figura 2.2 Modelo para la agrupación de procesos en el mapa de procesos ej.01 32

Figura 2.3: Modelo para la agrupación de procesos en el mapa de procesos ej. 02 33

Figura 2.4: Representación gráfica de procesos en cascada..... 34

Figura 2.5: Simbología utilizada en la elaboración de diagramas de flujo 36

Figura 2.6: Estimadores de la media (x) y desviación estándar (s) en una distribución normal. 39

Figura 2.7: Gráfica para la interpretación de una distribución Normal (0,1)..... 39

Figura 2.8: Esquema para la Interpretación de un gráfico de control 42

Figura 2.9: Ejemplo de seguimiento de ejecución de un proyecto..... 43

Figura 2.10: Clasificación de actividades según Lean Production..... 54

Figura 2.11: Modelo de flujo de Procesos 54

Figura 2.12: Modelo de conversión de procesos 55

Figura 2.13: Principales relaciones de la productividad..... 57

Figura 3.1: Mapa de procesos del proyecto Ing. de Minas 66

Figura 3.2: Diagrama de Flujo de procesos de planificación y control obra Ing. de Minas. 66

Figura 3.3: EDT Estructuras Obra Ing. De Minas 71

Figura 3.4: Porcentaje de Incidencia de los procesos-Pareto de costos..... 79

Figura 3.5: planificación detallada del proceso 09 – Encofrado y desencofrado 80

Figura 3.6: Cantidades programadas por mes del proceso 09 - Encofrado y desencofrado 81

Figura 3.7: Costo programado por mes del proceso 09 – Encofrado y desencofrado..... 81

Figura 3.8: programación mensual por procesos – Estructuras obra Ing. Minas 82

Figura 4.1: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 04..... 87

Figura 4.2: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 05..... 88

Figura 4.3: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 06..... 89

Figura 4.4: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 07..... 90

Figura 4.5: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 08..... 91

Figura 4.6: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 09..... 92

Figura 4.7: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 10..... 93

Figura 4.8: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 11..... 94

Figura 4.9: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 12..... 95

Figura 4.10: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 13..... 96

Figura 4.11: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 20..... 97

Figura 4.12: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - acero en placas..... 98

Figura 4.13: histograma y análisis de capacidad: acero en placas..... 99

Figura 4.14: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - acero en muros de contención 100

Figura 4.15: histograma y análisis de capacidad: acero en muros de contención..... 100

Figura 4.16: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - acero en columnas..... 101

Figura 4.17: histograma y análisis de capacidad: acero en columnas 102

Figura 4.18: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - encofrado de placas. 102

Figura 4.19: histograma y análisis de capacidad: Encofrado de placas. 103

Figura 4.20: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de muros de contención..... 104

Figura 4.21: histograma y análisis de capacidad: encofrado de muros de contención.. 105

Figura 4.22: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - encofrado de columnas.	105
Figura 4.23: histograma y análisis de capacidad: encofrado de columnas.	106
Figura 4.24: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - concreto en placas.	107
Figura 4.25: histograma y análisis de capacidad: concreto en placas.	108
Figura 4.26: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - concreto en muros de contención.	108
Figura 4.27: histograma y análisis de capacidad: concreto en muros de contención.	109
Figura 4.28: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - concreto en columnas.....	110
Figura 4.29: histograma y análisis de capacidad: concreto en columnas.	111
Figura 4.30: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de vigas..	111
Figura 4.31: histograma y análisis de capacidad: encofrado de vigas.	112
Figura 4.32: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de losa aligerada.....	113
Figura 4.33: histograma y análisis de capacidad: encofrado de losa aligerada..	114
Figura 4.34: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de escaleras.	114
Figura 4.35: histograma y análisis de capacidad: rendimientos de mano de obra – encofrado de losa aligerada.	115
Figura 4.36: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – acero en vigas.....	116
Figura 4.37: histograma y análisis de capacidad: acero en vigas.	117
Figura 4.38: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – acero en losa aligerada.	117
Figura 4.39: histograma y análisis de capacidad: acero en losa aligerada	118
Figura 4.40: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – concreto en vigas	119
Figura 4.41: histograma y análisis de capacidad: concreto en vigas.	120
Figura 4.42: Gráfico de control de valores individuales y de rangos: rendimientos de mano de obra – concreto en losa aligerada.....	120
Figura 4.43: histograma y análisis de capacidad: concreto en losa aligerada	121
Figura 4.44: Curva S Avance Programado vs Avance Físico Ejecutado - Obra Lab. Ing. Minas UNA Puno.	122
Figura 4.45: Índice de desempeño del programa – Obra Ing. de Minas.....	123
Figura 4.46: Curva S de Costo Planificado vs Avance Financiero (Costo Real) – Obra Lab. Ing. Minas UNA Puno.	124
Figura 4.47: Índice de desempeño del Costo CPI – Obra Ing. De Minas.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Relación entre el Cp y las PPM	40
Tabla 2.2: Relación entre el Cpk y las PPM	41
Tabla 2.3: Matriz de planificación de una obra por partidas	46
Tabla 2.4: Matriz de planificación de una obra por procesos	47
Tabla 2.5: Clasificación de la eficiencia en la productividad de mano de obra	57
Tabla 3.1: Información General Obra: Ing. Minas	67
Tabla 3.2: Resumen Presupuesto de Obra Ing. De Minas UNA	68
Tabla 3.3: Descripción de Ambientes por niveles	69
Tabla 3.4: Matriz de planificación de obra por partidas	72
Tabla 3.5: Matriz de planificación de obra por procesos	73
Tabla 3.6: Lista de Procesos	73
Tabla 3.7: Análisis de Costos Unitarios – Proceso 09	76
Tabla 3.8: Desagregado de recursos	77
Tabla 3.9: Recursos y costos por proceso	78
Tabla 3.10: Costo de materiales	83
Tabla 3.11: Costo de equipos y herramientas	83
Tabla 3.12: Costo de la mano de obra	84
Tabla 4.1: % Avance Físico Ejecutado acumulado por procesos – Obra Ing. Minas	98
Tabla 4.2: Indicadores de tiempo SPI – Obra Ing. de Minas UNA	123
Tabla 4.3: Indicadores de Costo CPI – Obra Ing. de Minas UNA	125
Tabla 4.4: Comparativo planificaciones Exp. Técnico, Propuesta y Real ejecutado	126
Tabla 4.5: Comparativo de eficiencia de la planificación propuesta vs Exp. Técnico	127
Tabla 4.6: Confiabilidad de la planificación convencional según otros autores	127

RESUMEN

En la actualidad los proyectos de construcción sufren de sobre costos y retrasos en su ejecución, esto al desconocer y no aplicar herramientas de gestión. La presente investigación tuvo como objetivo la aplicación de un sistema de planificación y control basado en procesos para una eficiente gestión del tiempo y costo de un proyecto de construcción en la ciudad de Puno, dicho sistema de planificación y control es una herramienta para gestionar los procesos del proyecto, enfocándose en aquellos que tienen mayor incidencia para su posterior control, a fin de gestionar la mejora los mismos a través de herramientas de mejora de procesos provenientes de la ingeniería industrial. Se aplicó la planificación y control basado en procesos a una obra de edificación ubicado en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, para la etapa de ejecución de las estructuras. Se elaboró el mapa de procesos del proyecto, y la identificación de los procesos más incidentes, realizando el control de rendimiento y productividad de mano de obra y su análisis de capacidad de cumplimiento. Se realizaron el análisis y control estadístico de los procesos, así como para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba t-student. Concluyendo que con la aplicación del sistema de planificación y control basado en procesos se logró gestionar el tiempo y costo del proyecto al cual se aplicó, pudiendo observarse una eficiente gestión de los procesos más incidentes, demostrando ser más eficiente que la planificación convencional establecida en el Expediente Técnico de la obra.

Palabras Clave: Planificación, Control, Gestión por procesos, proyecto de construcción
Tiempo, Costo

ABSTRACT

Currently construction projects suffer from over costs and delays in their execution, this is unknown and does not apply management tools. The present investigation has like objective the application of a system of planning and control based on processes for an efficient management of the time and cost of a project of construction in the city of Puno, this system of planning and control is a tool to manage the processes of the project, focusing on those that have the greatest incidence for its subsequent control, in order to manage the improvement of them through process improvement tools from industrial engineering. The planning and control based on processes was applied to a building work located in the university city of the National University of Puno Altiplano, for the stage of execution of the structures. The process map of the project was elaborated, and the most incidents were identified, performing the control of labor productivity and productivity and its compliance capacity analysis. Statistical analysis and control of the processes were carried out, as well as for the hypothesis test, the t-student test was used. Concluding that with the application of the system of planning and control based on processes managed to manage the time and cost of the project to which it was applied, being able to observe an efficient management of the most incidents, proving to be more efficient than the conventional planning established in the Technical file of the work.

Keywords: Planning, Control, Process Management, construction project Time, Cost

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el Perú es un país que se encuentra en vías de desarrollo, lo cual es reflejado cuando el gobierno realiza inversión en infraestructura pública; esto porque aún no se ha llegado a cubrir la necesidad en el sector construcción. Por ende, dicha necesidad, también existe en nuestra región, como es la falta de escuelas, laboratorios, hospitales, viviendas, etc., surgiendo aquí un problema al momento de ejecutar dichos proyectos, puesto que, se desconoce o no se utilizan herramientas y metodologías de planificación, control y/o gestión de proyectos, siendo la planificación y control convencional deficiente, ya que las obras siempre se encuentra atrasadas con respecto a lo planificado, evidenciando la baja eficiencia en los proyectos, generando sobre costos y retrasos de los mismos. Esto se debe a que los encargados de la ejecución de proyectos desconocen y no aplican dichas herramientas y/o metodologías como la gestión por procesos o la guía del PMBOK, y al ser tendencias nuevas se tiene poca o nula información con respecto a su implementación en nuestra Región.

Una mala planificación y ausencia de control de proyectos no es muy alentadora al momento de ejecutar una obra, puesto que se generarán pérdidas de recursos como materiales y equipos, baja productividad de mano de obra, etc., ocasionando en algunos casos el no cumplimiento de metas u objetivos. Es por eso que esta investigación tuvo como objetivo la aplicación de un sistema de planificación y control basado en procesos para la eficiente gestión del tiempo y costo de un proyecto de edificación en la ciudad de Puno.

1.1.1. Problema General

- ¿Cómo realizar una eficiente gestión del tiempo y costo en la ejecución de las estructuras de la obra laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP?

1.1.2. Problema Específico

- ¿Cómo realizar la planificación de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP para una eficiente gestión de los procesos?
- ¿Cómo realizar el control de la ejecución de estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP para gestionar la mejora de los procesos?
- ¿Es eficiente el sistema de planificación y control basado en procesos aplicado en la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP con respecto a la gestión del tiempo y costo?
- ¿Qué tan eficiente es el sistema de planificación basado en procesos en comparación a la convencional establecida en el expediente técnico de la obra laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP?

1.2.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Hipótesis General

Si se aplica el sistema de planificación y control basado en procesos en la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP, entonces se podrá realizar una eficiente gestión del tiempo y costo de la misma.

1.2.2. Hipótesis Específica

- Si se realiza la planificación de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basada en procesos, entonces se podrá gestionar de manera eficiente los mismos.
- Si se realiza el control de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basado en procesos, entonces se podrá gestionar la mejora de los mismos.
- El sistema de planificación y control basado en procesos al aplicarlo en la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP, resulta ser eficiente con respecto a la gestión del tiempo y costo de la misma.
- La planificación basada en procesos resulta ser más eficiente en comparación con la convencional establecida en el Expediente Técnico de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP.

1.3.JUSTIFICACIÓN

En la actualidad los proyectos de inversión, sobre todo los de infraestructura, se vienen desarrollando con tanta celeridad que al momento de ejecutarlos no se aplican conceptos de gestión de proyectos, ni herramientas en cuanto a la planificación y control de éstos; siendo el control del tiempo y costo sumamente importante durante la ejecución de los mismos.

Las grandes empresas dedicadas al rubro de la construcción, son las que ponen más énfasis en la teoría de la gestión de proyectos, un ejemplo es la filosofía lean construcción (construcción sin perdidas) y otra metodología o guía de trabajo como el

PMBOK establecido por el PMI (Project Management Institute) actualmente más conocido y utilizado en el campo de la Gerencia de proyectos.

Sin embargo en nuestro país, sobre todo en nuestra región de Puno, los proyectos de obra ya sean viales, hidráulicas, edificaciones, etc. son ejecutados generalmente por la propia entidad o empresas pequeñas, las cuales no utilizan herramientas de planificación y/o control, tal vez por desconocimiento o insuficiente información en cuanto a éstas metodologías; haciendo que los proyectos en su mayoría de veces se alarguen en su tiempo de ejecución, o en el peor de los casos, se queden sin financiamiento, sin haberse concluido; por causa de no tener una herramienta de control que les haga tomar decisiones oportunas durante la ejecución del proyecto; generando pérdidas tanto económicas como sociales.

Es por eso, que en la presente investigación, se justifica en conocer y aplicar un sistema de planificación y control basado en procesos, como una herramienta de gestión aplicado a un proyecto de infraestructura real; esto con el objetivo de gestionar el tiempo y costo del proyecto, además que permita obtener información oportuna y necesaria en cuanto a los procesos productivos del mismo, para así mejorar el desempeño de éstos, y para la toma de decisiones, las cuales son vitales para la finalización de toda obra dentro del tiempo, costo y con la calidad esperada.

1.4.OBJETIVOS DE ESTUDIO

1.4.1. Objetivo General

Aplicar el sistema de planificación y control basado en procesos en la ejecución de las estructuras de la obra laboratorios para la E.P. de Ingeniería de Minas de la UNAP para una eficiente gestión del tiempo y costo de la misma.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar la Planificación de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basada en procesos para una eficiente gestión de los mismos.
- Realizar el control de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basado en procesos para gestionar la mejora de los mismos.
- Analizar la eficiencia del sistema de planificación y control basado en procesos aplicado en la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP, con respecto a la gestión del tiempo y costo de la misma.
- Determinar cuán eficiente es la planificación basada en procesos en comparación con la convencional establecida en el Expediente Técnico de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Para la presente investigación, los antecedentes se enfocaron en trabajos de investigación sobre gestión, planificación y control de proyectos; los cuales aportan información relevante en cuanto al área abordada.

Loayza y Velarde publicaron su trabajo de investigación denominado “Planificación por procesos en edificaciones en Lima” cuyo objetivo fue analizar la construcción de un edificio de la misma manera en que se analizaría a una industria manufacturera, y se planificaron los plazos y costos en cada una de sus etapas, aplicando las teorías y filosofías de la planificación por procesos, dando como conclusiones que este tipo de planificación por procesos es de mucha utilidad para el seguimiento de la misma y hace más fácil la reprogramación cuando ésta no se cumple por alguna restricción, así también concluyen que la programación por rubros ha resultado ser de gran ayuda para la identificación de las dificultades que se presentaron a lo largo de la ejecución en los costos y la programación del proyecto. (Loayza & Velarde, 2009).

Duarte Angélica y Martínez Sabrina en su trabajo de grado “Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicado a construcción de edificaciones. Enfoque básico para el ingeniero”. El cual responde a la necesidad de contar con profesionales integrales que reúnan las condiciones que la sociedad actual demanda, dada la falta de conocimientos y/o poca utilización y aplicación de los aspectos administrativos, de las técnicas de planificación y otros puntos relacionados con el control de costos en la construcción y ejecución de obras civiles por parte de los nuevos profesionales del área;

donde el objetivo fue plantear procedimientos básicos de administración y control de costos, bajo el enfoque del ingeniero promotor, con el fin de identificar los componentes que inciden en el costo final de una obra civil, de manera de ejercer control sobre estos y obtener el mejor costo de la obra en el plazo de tiempo esperado.(Duarte & Martinez, 2011).

Acero Carlos en su tesis de Maestría “Propuesta Metodológica de procesos Integrados de Planificación y Control para Proyectos Privados de Construcción-caso: Gran Empresa Constructora en el Perú”, cuyo objetivo fue proponer una metodología de procesos integrados de planificación y control que nos permita mejorar los niveles de rentabilidad de los proyectos privados de construcción, concluyendo que la metodología propuesta permite la mejora de la productividad y confiabilidad de programación, en el proyecto de aplicación, logrando una eficiencia de mano de obra de 103.7% y una mejora de la confiabilidad de programación resultante del 78%. (Acero Condori, 2017)

Balarezo en su trabajo de investigación denominado “implantación del sistema de Planeamiento y Control de Costos por Procesos para Empresas de Construcción” , cuyo objetivo fue propener la implantación de un sistema de planeamiento y control de costos por procesos para proyectos en el sector construcción en donde concluye que los costos juegan un papel muy importante en el proceso de toma de decisiones, recomendando la utilización del concepto del valor ganado y adoptarla a gran escala en nuestras operaciones, y recomienda la comparación del costo unitario Meta versus el costo unitario real acumulado para que el responsable del proceso pueda tomar acciones para la reducción de costos y/o ajustar el costo de la proyección por ejecutar. De esta manera los responsables de procesos podrán enfocarse en sus procedimientos constructivos y encontrar los recursos con menor rendimiento que están influyendo negativamente en el resultado del proceso.(Briceño Balarezo, 2003).

Chambilla Guido, en su proyecto de tesis: “Planeamiento y Control de Costos de la Obra Túnel de Desvío del Río Asana del Proyecto Minero Quellaveco – Moquegua Aplicando el Resultado Operativo”, donde se plantea como como objetivo específico demostrar la eficiencia de la aplicación del Resultado operativo como sistema de planeamiento y control de costos en el proyecto túnel de desvío del río Asana y Mostrar ventajas y desventajas de la aplicación del sistema de planeamiento y control de costos mediante el resultado operativo y el control convencional, concluyendo que el planeamiento y control convencional solo llega al 64% de confiabilidad del control del costo de la obra. (Chambilla Chambilla, 2017).

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Proyecto

Se entiende por proyecto al conjunto de ideas, escritos, dibujos, cálculos y programas que se hacen para dar una idea de cómo ha de ser, cómo se va a desarrollar y de qué va a constar una obra o una actividad que deseamos realizar. Los proyectos pueden ser de poca o gran envergadura, a corto, mediano o largo plazo, dependiendo del objetivo que se persigue. (López & Morán, 1997)

El Project Management Institute, señala que: un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”. También indican que el resultado del proyecto puede ser tangible o intangible. Aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables y actividades del proyecto, esta repetición no altera las características fundamentales y únicas del trabajo del proyecto. Por ejemplo, los edificios de oficinas se pueden construir con materiales idénticos o similares, y por el mismo equipo o por equipos diferentes. Sin embargo, cada proyecto de construcción es

único, posee una localización diferente, un diseño diferente, circunstancias y situaciones diferentes, diferentes interesados, etc. (Project Management Institute, 2013)

2.2.2 Definición de Obra

Es la construcción, reconstrucción, remodelación, demolición, renovación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, carreteras, puentes, entre otros. (Porras Bayeto, 2013)

2.2.3 Expediente Técnico

Es el conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto de obra, fecha de determinación del presupuesto de obra, análisis de precios unitarios, calendario de avance de obra, fórmulas polinómicas y, si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios. (Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado, 2015)

2.2.4 Metrado

El significado de metrado podemos definirla como la cantidad a obtener, definida por el nombre de la partida y su unidad, la cual es calculada por mediciones acotadas en los planos y/o con empleo del escalímetro. El metrado se calcula para conocer qué cantidad de trabajo se va a evaluar, presupuestar y programar, así también se calcula para determinar la cantidad de los materiales de obra, cantidad horas hombre y horas máquina usadas para determinada partida a evaluar. (Vásquez Bustamante, 2012)

2.2.5 Partida

En el ámbito de la construcción, una partida se puede definir como el nombre en el que se identifica el trabajo a realizar para: cuantificar, presupuestar, evaluar y programar las actividades de la obra. (Vásquez Bustamante, 2012)

2.2.6 Cuadrilla

Cuadrilla es el número de obreros que se necesita para hacer una determinada cantidad de trabajo definido por la partida en análisis. Dichos grupos de trabajadores son los que realizan actividades específicas de diferentes especialidades, consumiendo el recurso de mano de obra, expresado en horas hombre HH. (Vásquez Bustamante, 2012)

2.2.7 Rendimiento de Mano de Obra

El término rendimiento, es la cantidad de trabajo que ejecuta una cuadrilla en una jornada laboral. Siendo su unidad, la misma que la partida. (Vásquez Bustamante, 2012)

Así mismo también se puede definir rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano. (Unidad de medida de la actividad por hora Hombre). (Botero Botero, 2002)

2.2.8 Análisis de Costo Unitario

El costo unitario directo o llamado también mayormente análisis de costo unitario es la sumatoria de: costo unitario de mano de obra más el costo unitario de materiales y el costo unitario de equipos y herramientas. (Vásquez Bustamante, 2012)

2.2.9 Costo Directo

El Costo Directo es la sumatoria de: costo de materiales, costo de mano de obra (incluyendo leyes sociales), costo de equipos y herramientas y/o también para cada especialidad es la sumatoria de multiplicar la cantidad (metrado) por el costo unitario de cada partida. (Vásquez Bustamante, 2012)

2.2.10 Costos Indirectos

Los costos indirectos corresponden a los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra no incluida en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales de organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, administración, financiamiento y beneficios sociales correspondientes al personal directivo y administrativo. (Vásquez Bustamante, 2012)

2.2.11 Planificación

Consiste en el análisis de las actividades que deben de intervenir en el proyecto y el orden en que se correlacionarán al desarrollarse y cómo serán controlados. (López & Morán, 1997)

2.2.12 Programación

La Programación es la elaboración de tablas y gráficos en los que se muestran los tiempos de duración, de inicio y de terminación de cada una de las actividades (operaciones) que forman el proyecto en general, en armonía con los recursos disponibles. (López & Morán, 1997)

2.2.13 Proceso Productivo

Un proceso productivo se denomina al conjunto de actividades (tareas, operaciones, trabajos) los cuales son necesarios efectuar para producir un objeto específico. Dichas actividades son los trabajos necesarios que contribuyen a la realización del proceso. (López & Morán, 1997)

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Control y Evaluación de Proyectos

Consiste en establecer parámetros comparativos entre lo que estaba planeado y lo que está sucediendo en el campo. (López & Morán, 1997)

El seguimiento y control de los resultados de obras es una parte fundamental de la gestión de un proyecto, siendo este un tema fundamental durante el desarrollo de un proyecto. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2013)

Entonces se puede decir que una planificación sin un control debido, carece de importancia, puesto que al no comparar lo planificado con lo real durante la ejecución de actividades que se realizaron, no se podrá evaluar si la planificación era la correcta o no, y así poder ajustarla en base a los resultados o problemas encontrados.

2.3.2 Control y Mejora de Procesos

La clave para la mejora de los procesos está en el adecuado establecimiento de los indicadores de desempeño principales, en la revisión y análisis de los resultados y en las acciones que se adopten para resolver los problemas. (Secretaría de gestión pública, 2013)

A continuación, se muestra el ciclo de la mejora continua o círculo de Demming, herramienta aplicada al control de recursos y/o proyectos.



Figura 2.1: Círculo de Mejora Continua de Demming
FUENTE: (Porrás Bayeto, 2013)

2.3.3 Gerencia de Proyectos

El sistema global de la Gerencia de la Construcción existe para asegurar que se conduzca al cumplimiento del principal objetivo o meta del equipo, el cual es finalizar el proyecto tal como se especificó, dentro del cronograma y dentro del presupuesto. Éste objetivo es de interés tanto del ejecutor, como del cliente. Obviamente, el sistema de gerencia de construcción no cumple esta meta siempre, pero hacia allá vamos. El pensamiento que debe tener el equipo de construcción es que ellos están creando unas instalaciones (o facilidades) para un cliente que espera tener una utilidad o proveer un servicio a costo razonable. El primer caso aplica al sector privado o comercial, y el segundo al gobierno y las agencias de servicios. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2013)

Así mismo, el Instituto de la Construcción y Gerencia (2013), señala que la filosofía de una buena gerencia de construcción es simplemente: planear, organizar y controlar.

¿Qué planear?

- El plan de ejecución de la construcción.
- Plan de tiempos – cronogramas de campo.
- Plan de dinero – presupuesto de construcción y flujo de caja.
- Plan de recursos – personas (mano de obra), material, sistemas y dinero.

¿Qué organizar?

- Preparar los organigramas y las curvas de necesidad de mano de obra.
- Escribir las descripciones de puestos clave.
- Remitir al campo los procedimientos operativos.
- Movilizar y motivar al “staff” de campo.
- Remitir e iniciar los procedimientos de control.

¿Qué controlar?

- Calidad – ingeniería de campo, materiales y a la construcción.
- Tiempo – medido por el cronograma del Proyecto de Construcción.
- Costo – medido por el presupuesto de construcción y su flujo de caja.
- Medir el progreso físico y la productividad.
- Los reportes del proyecto.

La Dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos. (Project Management Institute, 2013)

Estos cinco Grupos de Procesos son:

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Monitoreo y Control
- Cierre

Dirigir un proyecto por lo general incluye, entre otros aspectos:

- Identificar requisitos;
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados en la planificación y la ejecución del proyecto;
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas, eficaces y de naturaleza colaborativa entre los interesados;
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo;
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen, entre otras:
 - El alcance,
 - La calidad,
 - El cronograma,
 - El presupuesto,
 - Los recursos y
 - Los riesgos.

Los gerentes de proyecto suelen hablar a menudo de una “triple restricción” - alcance, tiempos y costos del proyecto, al momento de gestionar los requisitos concurrentes de un proyecto. La calidad del proyecto se ve afectada por el equilibrio de

estos tres factores ya que del nivel de cumplimiento de estos tres factores depende el nivel de calidad del proyecto. Los proyectos de alta calidad entregan el producto, servicio o resultado requerido con el alcance solicitado, puntualmente y dentro del presupuesto. (Acero Condori, 2017)

2.3.4 Herramientas y Técnicas de Gestión de Proyectos

Los proyectos de construcción necesitan de herramientas y/o técnicas para poder realizar una eficiente gestión del mismo, tanto del alcance, tiempo y costo del proyecto.

2.3.4.1 Gestión del Alcance

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito. El objetivo principal de la Gestión del Alcance del proyecto es definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto. (Project Management Institute, 2013)

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye lo siguiente:

- Planificar la Gestión del Alcance: Proceso de crear un plan de gestión del alcance que documente cómo se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto.
- Recopilar requisitos: es el proceso de determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Definir el Alcance: Es el proceso de desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto.
- Crear la EDT/WBS: Es el proceso de subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

- Validar el alcance: Es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se haya completado.
- Controlar el Alcance: Es el proceso de monitorear el estado del proyecto y de la línea base del alcance del producto, y de gestionar cambios a la línea base del alcance.

2.3.4.1.1 Creación del EDT (Estructura Descompuesta del Trabajo)

La EDT es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y manejables, donde cada nivel inferior del EDT representa una definición cada vez más detallada de la definición del trabajo a realizar. (Acero Condori, 2017)

El proceso de crear la estructura de desglose del trabajo (EDT), consiste en dividir al proyecto en menores componentes para facilitar la planificación del proyecto. (Achahuanco Enciso, 2016)

2.3.4.2 Gestión del Tiempo

La gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto. (Project Management Institute, 2013)

Como son:

- Planificar la Gestión del Cronograma: Proceso por medio del cual se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
- Definir las Actividades: Proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para gestionar los entregables del proyecto.

- Secuenciar las Actividades: Proceso de identificar y documentar las relaciones existentes entre las actividades del proyecto.
- Estimar los Recursos de las Actividades: Proceso de estimar el tipo y las cantidades de materiales, recursos humanos, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada una de las actividades.
- Estimar la Duración de las Actividades: Proceso de estimar la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
- Desarrollar el Cronograma: Proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto.
- Controlar el Cronograma: Proceso de monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar los cambios a la línea base del cronograma a fin de cumplir con el plan.

2.3.4.3 Gestión del Costo

La Gestión de Costos del proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. (Project Management Institute, 2013).

Los procesos de gestión de los costos del proyecto son:

- Planificar la Gestión de los Costos: Es el proceso que establece las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto.

- Estimar los Costos: Es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto.
- Determinar el Presupuesto: Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o de los paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada.
- Controlar los Costos: Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del mismo y gestionar posibles cambios a la línea base de costos.

2.3.5 Sistema de Gestión

Conjunto de Principios, Normas e Instrumentos coordinados mutuamente, en la acción, para alcanzar objetivos estratégicos definidos en la organización. (Achahuanco Enciso, 2016)

En la actualidad, es una cuestión innegable el hecho de que las organizaciones se encuentran inmersas en entornos y mercados competitivos y globalizados; entornos en los que toda organización que desee tener éxito (o, al menos, subsistir) tiene la necesidad de alcanzar “buenos resultados”. Para alcanzar estos “buenos resultados”, las organizaciones necesitan gestionar sus actividades y recursos con la finalidad de orientarlos hacia la consecución de los mismos, lo que a su vez se ha derivado en la necesidad de adoptar herramientas y metodologías que permitan a las organizaciones configurar su Sistema de Gestión. Un sistema de Gestión, por tanto, ayuda a una organización a establecer las metodologías, las responsabilidades, los recursos, las actividades ...que le permiten una gestión orientada hacia la obtención de esos “buenos resultados” que desea, o lo que es lo mismo, la obtención de objetivos establecidos. (Beltrán, Carmona, Rivas, & Tejedor, 2009)

2.3.6 Gestión por Procesos

La gestión por procesos es una forma de organizar, en la cual se centra la atención en cada una de las transacciones o procesos que se realiza, en lugar de sólo un resultado final, producto terminado o tareas y actividades aisladas. Además que provee de una herramienta para administrar y rediseñar el flujo de trabajo, volviéndolo más eficiente. (Beltrán et al., 2009).

2.3.6.1 El enfoque basado en procesos en la norma ISO 9001:2000

La propia norma ISO 9001:2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos”, establece, dentro de su apartado de introducción, la promoción de la adopción de un enfoque basado en procesos en un Sistema de Gestión de la Calidad para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos. Según esta norma, cuando se adopta este enfoque, se enfatiza la importancia de:

- a) Comprender y cumplir con los requisitos.
- b) Considerar los procesos en términos que aporten valor.
- c) Obtener los resultados del desempeño y eficacia del proceso.
- d) Mejorar continuamente los procesos con base en mediciones objetivas.

El énfasis del enfoque basado en procesos por estos aspectos sirve de punto de partida para justificar la estructura de la propia norma y para trasladar este enfoque a los requisitos de manera particular. De hecho, la trascendencia del enfoque basado en procesos en la norma es tan evidente que los propios contenidos se estructuran con este enfoque, lo que permite a su vez concebir y entender los requisitos de la norma vinculados entre sí. (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2 Etapas o pasos para la gestión basada en procesos

La gestión por procesos se divide en cuatro fases o pasos, los cuales son:

1. Identificación y secuencia de procesos.
2. Descripción de los procesos.
3. Seguimiento y medición de los procesos.
4. Mejora de los procesos en base al seguimiento y medición realizado.

2.3.6.2.1 Identificación y secuencia de los procesos

La manera más representativa de poder reflejar los procesos identificados y sus interrelaciones es a través de un mapa de procesos, que vendría a ser la representación gráfica de la estructura de procesos que lo conforman.

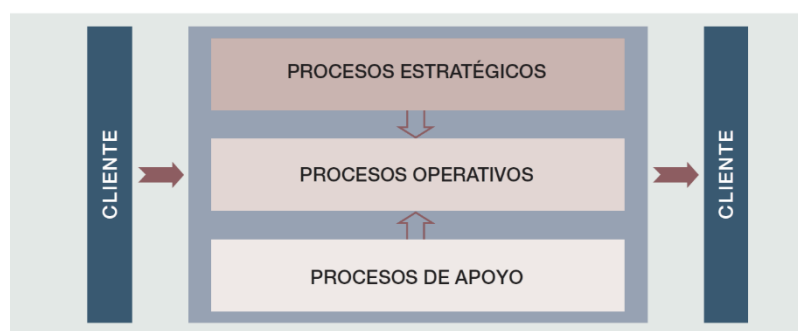


Figura 2.2: Modelo para la agrupación de procesos en el mapa de procesos ej.01
FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

- **Procesos estratégicos.** - aquellos procesos que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de la dirección y, principalmente, al largo plazo. Se refieren fundamentalmente a procesos de planificación y otros que se consideren ligados a factores clave o estratégicos.
- **Procesos operativos.** - aquellos procesos ligados directamente con la realización del producto y/o la prestación del servicio. Son los procesos de “línea”.

- **Procesos de apoyo.** - como aquellos procesos que dan soporte a los procesos operativos. Se suelen referir a procesos relacionados con recursos y mediciones.

Así mismo, se propone otro modelo:

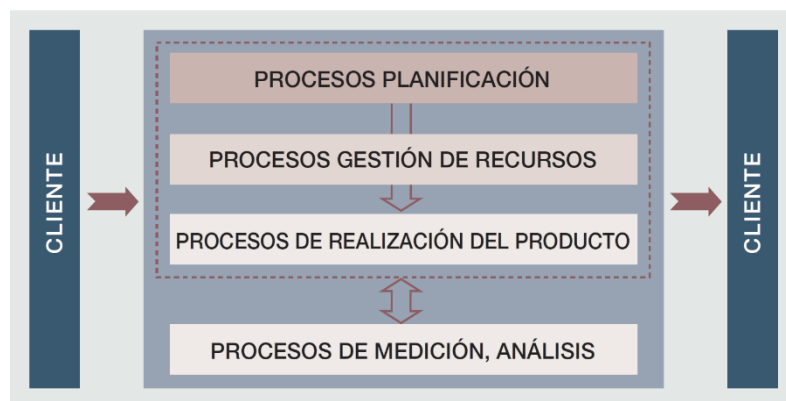


Figura 2.3: Modelo para la agrupación de procesos en el mapa de procesos ej. 02
FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

- **Procesos de planificación.** - aquellos que están vinculados al ámbito o responsabilidades de la dirección.
- **Procesos de gestión de recursos.** - aquellos procesos que permiten determinar, proporcionar y mantener los recursos necesarios.
- **Procesos de realización del producto-** aquellos procesos que permiten llevar a cabo la ejecución, producción y/o prestación del servicio.
- **Procesos de medición, análisis de mejora.** - aquellos procesos que permiten hacer el seguimiento de los procesos, medirlos, analizarlos y establecer acciones de mejora.

Para establecer adecuadamente las interrelaciones entre los procesos es fundamental reflexionar acerca de qué salidas produce cada proceso y hacia quién va, qué entradas necesita el proceso y de dónde vienen y qué recursos consume el proceso y de dónde proceden.

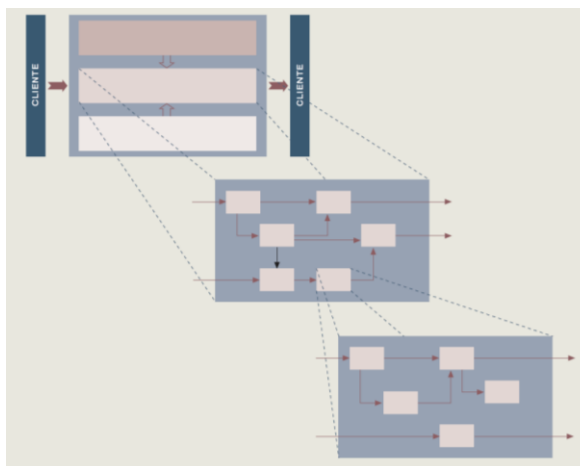


Figura 2.4: Representación gráfica de procesos en cascada
FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

Las agrupaciones permiten una mayor representatividad de los mapas de procesos, y además facilita la interpretación de la secuencia e interacción entre los mismos. Las agrupaciones, de hecho, se pueden entender como macro-procesos que incluyen dentro de sí otros procesos, sin perjuicio de que, a su vez, uno de estos procesos se pueda desplegar en otros procesos (que podrían denominarse como subprocesos, o procesos de 2º nivel), y así sucesivamente. También indica que el último nivel de despliegue que se considere a la hora de establecer la estructura de procesos debe permitir que cada proceso sea “gestionable”. (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.2 *La descripción de los Procesos*

El mapa de procesos permite identificar los procesos y conocer la composición de los mismos, mostrando las interacciones entre los mismos, si bien el mapa no permite saber cómo son “por dentro” y cómo permiten la transformación de entradas en salidas. La descripción de un proceso tiene como finalidad determinar los criterios y métodos para asegurar que las actividades que comprende dicho proceso se llevan a cabo de manera eficaz, al igual que su respectivo control. Esto implica que la descripción de un proceso

se debe centrar en las actividades, así como en todas aquellas características relevantes que permitan el control de las mismas y la gestión del proceso. (Beltrán et al., 2009)

Para el caso de una obra civil, los procesos operativos o claves serán los más relevantes en cuanto a identificación de procesos, los cuales vendrían a ser conformados por la planificación, ejecución, seguimiento y control de la misma.

2.3.6.2.2.1 Diagrama de flujo de procesos

Los diagramas de flujos de procesos es una representación gráfica de la secuencia de actividades que constituyen un proceso o procedimiento. Su objetivo es proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos del proceso y mejora la distribución de los trabajadores. (García Criollo, 2005)

Estos diagramas facilitan la interpretación de las actividades en su conjunto, debido a que se permite una percepción visual del flujo y la secuencia de las mismas, incluyendo las entradas y salidas necesarias para el proceso y los límites del mismo. (Beltrán et al., 2009)

SIMBOLO	SIGNIFICADO	ACCIÓN
	Inicio - Fin	Representa el inicio o el fin del diagrama de flujo
	Datos	Representa los datos de entrada y los de salida
	Decisión si/ no	Representa las comparaciones de dos o mas valores, tiene dos salidas de información falso o verdadero
	Proceso-Actividad	Indica todas las acciones o cálculos que se ejecutarán con los datos de entrada u otros obtneidos
	Lineas de flujo de información	Indican el sentido de la información obtenida y su uso posterior en algún proceso subsiguiente
	Conector	Este simbolo permite identificar la continuación de la información si el diagrama es muy extenso

Figura 2.5: Simbología utilizada en la elaboración de diagramas de flujo
 FUENTE: (Fernández, 2015)

2.3.6.2.3 El seguimiento y la medición de los procesos

El enfoque basado en procesos de los sistemas de gestión pone de manifiesto la importancia de llevar a cabo un seguimiento y medición de los procesos con el fin de conocer los resultados que se están obteniendo y si estos resultados cubren los objetivos previstos. El seguimiento y la medición constituyen, por tanto, la base para saber qué se está obteniendo, en qué extensión se cumplen los resultados deseados y por dónde se deben orientar las mejoras. (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.3.1 Indicadores del proceso

Medir es comparar una magnitud con un patrón preestablecido. Aunque existe la tendencia a “medirlo todo” con el fin de eliminar la incertidumbre, o, por lo menos de reducirla a su mínima expresión, la clave consiste en elegir las variables críticas para el éxito del proceso, y para ello es necesario seleccionar o elegir la más conveniente para medir y asegurar que ésta última resuma lo mejor posible la actividad que se lleva a cabo. (Beltrán Jaramillo, 2011)

Los indicadores constituyen un instrumento que permite recoger de manera adecuada y representativa la información relevante respecto a la ejecución y los resultados de uno o varios procesos, de forma que se pueda determinar la capacidad y eficacia de los mismos, así como la eficiencia. “Un indicador es un soporte de información (habitualmente expresión numérica) que representa una magnitud, de manera que a través del análisis del mismo se permite la toma de decisiones sobre los parámetros de actuación (variables de control) asociados”. (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.3.2 El control de los procesos

El seguimiento medición y el control son sumamente importante, puesto que en base a la información recabada de dicho control se podrá evaluar los procesos, tanto su desempeño, eficacia etc. Y así poder tomar decisiones como rediseñar, o volver a planificar procesos más eficientes. (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.3.3 Control de procesos con repetitividad

Algunos procesos, como es frecuente encontrar en producción, se suelen caracterizar porque las actividades que los componen se ejecutan de manera muy repetitiva y en espacios cortos de tiempo, lo que permite, a su vez, agrupar las salidas en

ciclos de producción uniforme en las que se obtiene un elevado número de productos. En este tipo de procesos (en los que se tienen muchos datos), es posible plantear la utilización de herramientas estadísticas para la obtención de indicadores relevantes de la capacidad y eficacia de los procesos. En tal caso, se puede recurrir a estimadores estadísticos para encontrar indicadores representativos de los resultados de los mismos. (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.3.4 Análisis y control estadístico de procesos

La distribución más habitual que suelen presentar los procesos productivos cuando sólo existe una variabilidad aleatoria es una distribución que se conoce como “campana de gauss” Este tipo de distribución coincide con una función estadística conocida como Ley Normal, de manera que esta función se caracteriza por dos parámetros, la media (μ) que representa el valor central entorno al que se distribuyen los valores y la desviación típica (σ) que representa la dispersión respecto a la media. Se suele presentar esta función como $N(\mu, \sigma)$. Cuando un proceso obtiene resultados que tienen una media y una desviación “constante en el tiempo” y se distribuyen los datos según una “campana de gauss”, es posible predecir cómo serán los resultados que obtendrá el proceso y conocer la probabilidad de obtener unas salidas que cumplan con unas especificaciones marcadas por el cliente. (Beltrán et al., 2009)

En la práctica, existen técnicas que permiten comprobar la “normalidad” de una distribución de datos, una de estas pruebas clásicamente utilizada es la “anamorfosis galtoniana” que permite comprobar si un colectivo representado por una muestra en la que se ha estimado la media (\bar{x}) y la desviación típica (s) y cuya simetría del histograma de frecuencias sugiere un reparto de probabilidades según la Ley Normal, se ajusta a esta distribución. En esta prueba se hace uso de un gráfico especial donde se representan las

frecuencias acumuladas (eje de ordenadas) asociadas al intervalo de mediciones correspondiente. Mientras más alineados estén los puntos y menos curvaturas existan mayor aproximación existirá a una distribución Normal. (Beltrán et al., 2009)

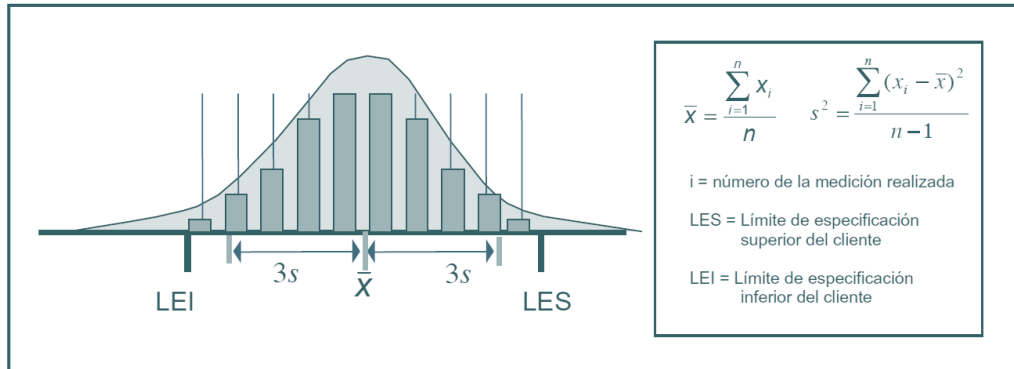


Figura 2.6: Estimadores de la media (\bar{x}) y desviación estándar (s) en una distribución normal. FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

Cuando una característica determinada de un proceso, sigue una distribución normal (0,1), se puede interpretar dicha distribución siguiendo la gráfica de la siguiente figura; cuya área que queda por debajo de la curva y dentro de un intervalo determinado representa la probabilidad de que el proceso se encuentre dentro de dicho intervalo.

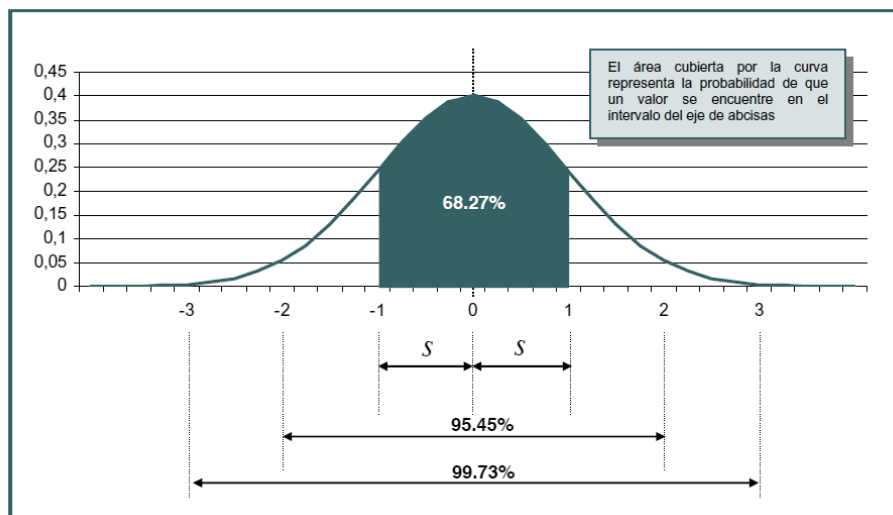


Figura 2.7: Gráfica para la interpretación de una distribución Normal (0,1) FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.3.5 Capacidad de un proceso

En el caso de que las salidas de un proceso se distribuyan según una función Normal, es habitual utilizar los siguientes estimadores estadísticos como indicadores para analizar la capacidad del proceso.

- Si la distribución está centrada respecto a los límites de especificación:

$$Cp = \frac{LES - LEI}{2.K.S}$$

Tabla 2.1: Relación entre el Cp y las PPM

Valor del Cp	% de capacidad	% No conforme	Partes por millón(PPM)
0.500	86.640	13.360	133600
0.620	93.500	6.500	65000
0.680	96.000	4.000	40000
0.750	97.500	2.500	25000
0.810	98.500	1.500	15000
0.860	99.000	1.000	10000
0.910	99.350	0.650	6500
1.000	99.730	0.270	2700
1.330	99.990	0.006	60

FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

La interpretación de la capacidad del proceso es que si Cp=1, quiere decir que el proceso tiene una capacidad del 99.73% de cumplimiento de las especificaciones. (Beltrán et al., 2009).

- Si la distribución no está centrada respecto a los límites de especificación:

$$Cpk = \min \left[\frac{LES - \bar{u}}{K.S}, \frac{\bar{u} - LEI}{K.S} \right]$$

Donde:

LES: Límite de especificación superior

LEI: Límite de especificación inferior

\bar{u} : Media de la muestra

K : número de desviaciones estándar a partir de la línea central

S : Desviación estándar de la muestra

Tabla 2.2: Relación entre el Cpk y las PPM

Valor del Cpk	% de capacidad	% No conforme	Partes por millón(PPM)
0.500	93.320	6.680	66800
0.510	93.500	6.500	65000
0.580	96.000	4.000	40000
0.650	97.500	2.500	25000
0.720	98.500	1.500	15000
0.780	99.000	1.000	10000
0.830	99.350	0.650	6500
1.000	99.865	0.135	1350
1.330	99.997	0.003	30

FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

La interpretación de la capacidad del proceso es que si $Cpk=1$, quiere decir que el proceso tiene una capacidad del 99.865% de cumplimiento de las especificaciones. (Beltrán et al., 2009).

Así como el análisis de la capacidad del proceso, también es importante analizar la variabilidad de los procesos en el tiempo, para ello se utilizan los gráficos de control individuales, de medias o de rangos. Para esto se deben fijar los límites de control del proceso, Límite de control inferior $LCI = \bar{u} - K.S$, el Límite de control superior $LCS = \bar{u} + K.S$, el valor de K = número de desviaciones estándar a partir de la línea central, ($k=2$ para una confianza estadística del 95.45%, $k = 3$ confianza del 99,73%) y S , la desviación estándar de la muestra.



Figura 2.8: Esquema para la Interpretación de un gráfico de control
FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.3.6 Control de procesos sin repetitividad (planificación)

Cuando estamos ante procesos donde las salidas se obtienen de manera espaciada en el tiempo, de manera que son poco numerosas y las condiciones de obtención de las salidas no son uniformes (ejecución de proyectos, obras, auditorías, procesos de planificación, seguimiento de clientes, ...), no es posible llevar a cabo un análisis estadístico del proceso. De la misma forma que se ha planteado anteriormente con los procesos productivos con repetitividad, lo primero que es necesario determinar en este otro tipo de procesos es también la capacidad que tienen para obtener los resultados deseados, dado que las salidas de estos procesos no se pueden considerar repetitivas. Los indicadores que habitualmente se establecen en estos procesos destacan los relativos al cumplimiento de las disposiciones planificadas, a través de los hitos marcados en dicha planificación. En este caso, el seguimiento y medición del proceso durante la ejecución del producto o servicio (ejemplos: proyecto, obra civil, construcción de un buque, etc.) se centrará en comparar lo ejecutado con lo planificado (a través de los hitos) y analizar los desfases. (Beltrán et al., 2009)

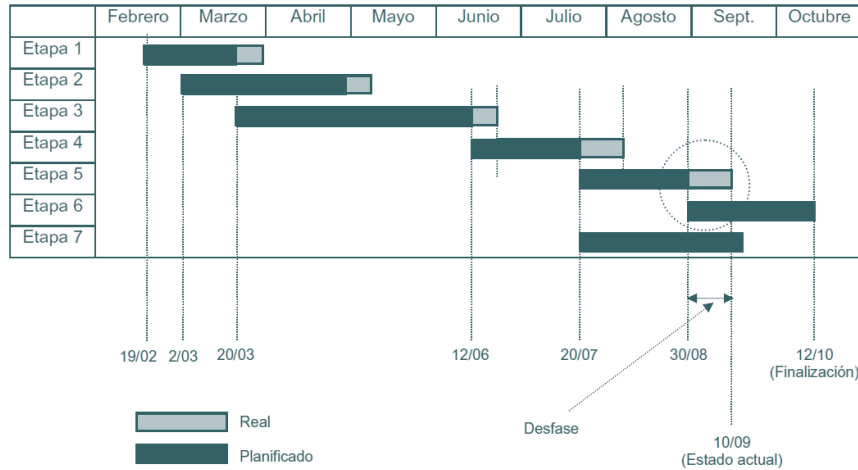


Figura 2.9: Ejemplo de seguimiento de ejecución de un proyecto
 FUENTE: (Beltrán et al., 2009)

De este planteamiento se pueden obtener indicadores tales como:

- Porcentaje de obra o proyecto realizado
- Porcentaje de hitos o etapas demorados respecto a lo planificado
- Desfase o variación de tiempo total acumulado
- etc.

2.3.6.2.4 La mejora de los procesos

Los datos recopilados del seguimiento y la medición de los procesos deben ser analizados con el fin de conocer las características y la evolución de los procesos. De este análisis de datos se debe obtener la información relevante para conocer:

1. Qué procesos no alcanzan los resultados planificados.
2. Dónde existen oportunidades de mejora.

Cuando un proceso no alcanza sus objetivos, la organización deberá establecer las correcciones y acciones correctivas para asegurar que las salidas del proceso sean conformes, lo que implica actuar sobre las variables de control para que el proceso alcance los resultados planificados. También puede ocurrir que, aun cuando un proceso esté

alcanzando los resultados planificados, la organización identifique una oportunidad de mejora en dicho proceso por su importancia, relevancia o impacto en la mejora global de la organización. En cualquiera de estos casos, la necesidad de mejora de un proceso se traduce por un aumento de la capacidad del proceso para cumplir con los requisitos establecidos, es decir, para aumentar la eficacia y/o eficiencia del mismo (esto es aplicable igualmente a un conjunto de procesos). En cualquiera de estos casos, es necesario seguir una serie de pasos que permitan llevar a cabo la mejora buscada. Estos pasos se pueden encontrar en el clásico ciclo de mejora continua de Deming. Para poder aplicar los pasos o etapas en la mejora continua, una organización puede disponer de diversas herramientas, conocidas como herramientas de la calidad, que permiten poner en funcionamiento este ciclo de mejora continua. (Beltrán et al., 2009)

2.3.6.2.4.1 Herramientas para la mejora de procesos

2.3.6.2.4.1.1 Histograma

El histograma es un gráfico o diagrama que muestra el número de veces que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas. Son barras verticales que permiten representar los datos cuantitativos continuos. Esta herramienta permite: mostrar el resultado de un cambio en una actividad, el comportamiento del conjunto de datos de la muestra, identificar la variabilidad de las observaciones respecto a la tendencia central e identificar valores extremos o atípicos.(Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial/SENATI, 2015).

2.3.6.2.4.1.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica de barras de dos dimensiones que permite analizar y localizar los problemas vitales, así como las causas principales. Dicho diagrama se sustenta en el denominado “ley 80-20” o también llamado “pocos vitales, muchos

triviales”, es decir unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%). El diagrama se utiliza para: identificar los pocos vitales que tienen mayor incidencia, controlar los pocos vitales y de esta forma eliminar casi todas las pérdidas, analizar los defectos o las causales de éxito en los procesos de una organización o empresa, determinar los problemas de calidad que se basan principalmente en la producción defectuosa, determinar el patrón de distribución de las pérdidas. (Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial/SENATI, 2015).

2.3.7 El Sistema de Planificación y Control por Procesos para Proyectos de Construcción

El enfoque a una planificación y control por procesos, brinda las herramientas adecuadas para manejar los proyectos mediante la aplicación de conceptos y técnicas de mejoras de la eficacia y eficiencia de los procesos constructivos. (Briceño Balarezo, 2003)

2.3.7.1 Procesos

Se define proceso al conjunto de procedimientos sucesivos que conforman una actividad u operación determinada, identificable y mensurable, con responsables y recursos específicos. (Briceño Balarezo, 2003)

Un proceso abarca más que una actividad ya que, en este se incluyen los flujos de trabajo complementarios, es decir, los transportes de materiales, esperas y los trabajos rehechos. No se trata de un modelo de conversión en el cual no se toman en cuenta las actividades intermedias que no agregan valor al producto final, pero que son necesarios para que los procesos puedan ser llevados a cabo. (Loayza & Velarde, 2009)

Generalmente los procesos involucran combinaciones de personas, máquinas, herramientas, técnicas y materiales en una serie definida de pasos y acciones. Los

procesos raramente operan en forma aislada y deben ser considerados en relación con otros procesos que pueden influir en ellos. (Secretaría de gestión pública, 2013)

Se deberá determinar la matriz que validará el control del planeamiento de obra.

Tabla 2.3: Matriz de planificación de una obra por partidas

	Área/Frente 01	Área/Frente 02	Área/Frente 03	Área/Frente 04	Área/Frente 05
Actividad/Partida 01	OK	OK			
Actividad/Partida 02		OK	OK		
Actividad/Partida 03		OK	OK	OK	
Actividad/Partida 04	OK			OK	OK
Actividad/Partida 05	OK	OK	OK		OK
Actividad/Partida 06		OK	OK		

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Este procedimiento se relación o vincula con el paso de identificación de los procesos, los cuales serán los que conformen el proyecto.

Del cuadro anterior, se debe considerar que no necesariamente la intersección de una actividad y un área o frente de trabajo nos dará un proceso, pues esto podría ocasionar que el control del proyecto nos resulte sumamente engorroso, para ello se debe analizar el esfuerzo – beneficio en el que se incurrirá si se dividiera el proyecto en demasiados procesos, está claro también que existirán procesos tan pequeños que no tendrán mucha incidencia en el costo total del proyecto, por lo que el control para éstos, de manera independiente, no llegarían a tener un impacto relevante. Por ende, estos pequeños procesos deberán ser incluidos dentro de otros que tengan mayor relevancia de costo o de forma de trabajo en el proyecto. Entonces así se tendría la matriz de planificación de una obra por procesos. (Briceño Balarezo, 2003).

Tabla 2.4: Matriz de planificación de una obra por procesos

	Área/Frente 01	Área/Frente 02	Área/Frente 03	Área/Frente 04	Área/Frente 05
Actividad/Partida 01	Proceso 01				
Actividad/Partida 02		Proceso 02			
Actividad/Partida 03		Proceso 03		Proceso 07	
Actividad/Partida 04	Proceso 04			Proceso 08	
Actividad/Partida 05		Proceso 05			Proceso 09
Actividad/Partida 06		Proceso 06			

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Si agrupamos las partidas que pertenecen a un mismo proceso, podemos planificarlas como un todo, sin distinción de las áreas a las que pertenecen, para que ésta pueda ser más controlable. Así también, para efectos de una planificación eficiente, resulta esencial conocer las características intrínsecas de los procesos constructivos, no sólo como operaciones aisladas que generan un producto final sino como un flujo de actividades. A su vez, mediante una visión global, es posible manejarlos de forma tal que faciliten el control de la planificación previniendo los atrasos y el aumento de los costos. (Loayza & Velarde, 2009)

2.3.7.2 Control del planeamiento por procesos

El logro de objetivos parciales se obtendrá a través de planificaciones detalladas por procesos de corto plazo, las cuales comprenden planes de trabajo para un horizonte máximo de 5 semanas, y re planificadas con el responsable del proceso entre 1 a 3 semanas; dichas planificaciones van de acuerdo con la planificación general por hitos. La planificación por procesos de un horizonte corto nos permite lograr un porcentaje alto de cumplimiento llegando al 100%, es decir se cumple efectivamente con todas las actividades que se planificaron para un periodo, conllevando a cumplir plazos parciales

como totales de la obra. Dicha afirmación podría sonar utópica, sin embargo, es una realidad cuando se aplica el sistema propuesto, asegurando así la confiabilidad que se necesita de un sistema de planificación. (Briceño Balarezo, 2003)

Para desarrollar la planificación general de un proyecto, se debe definir los volúmenes del mismo, lo que significa revisar y analizar toda la información existente: planos, especificaciones, presupuesto, etc. Con el objetivo de lograr una visión general del proyecto a construir. Una vez realizado esto se define el programa general del mismo. Para ello se elabora la estructura de desglose del trabajo o también llamado “EDT” del proyecto cuyo objetivo es determinar el alcance y definir cuál es la división adecuada del mismo. Tomando como base la EDT y las condiciones establecidas, el encargado del proyecto y su equipo elaborarán un programa inicial resumido. Teniendo en cuenta que el tiempo es una variable independiente en la planificación por procesos, procurando el tiempo óptimo basado en la experiencia. (Loayza & Velarde, 2009)

Basándose en la EDT, el encargado del proyecto definirá los procesos, siempre considerando de que cada proceso sea mensurable y con sus respectivos responsables.

Definidos los procesos del proyecto, se realizará un plan por procesos enmarcados dentro del plan general. Dicha planificación debe considerar metas o hitos de entrega específicos entre los procesos que se establezcan. Luego se procederá a desarrollar el planeamiento por procesos, el cual tiene las actividades.

1. Identificar el metrado más relevante. Para cada proceso ya definido, el responsable, conjuntamente con el jefe de costos, deberá identificar las partidas cliente que correspondan a los mismos y definir el metrado, el cual servirá para cuantificar el costo de cada uno. Para asegurar una correcta medición durante la ejecución del proceso, el metrado elegido debe ser el que establezca la ruta crítica.

2. Programar de forma detallada cada proceso. Conocido el alcance del proceso, el responsable debe realizar un programa detallado del mismo, tomando en cuenta el cumplimiento de los objetivos definidos en el tiempo. Para ello, cada responsable recibirá el plan por procesos identificando y diferenciando su meta particular, así como los plazos.
3. Determinar los procedimientos constructivos del proceso. El responsable del proceso definirá las estrategias y/o procedimientos constructivos que aplicará para la ejecución del mismo y las detallará por escrito. Asimismo, el responsable definirá las estrategias y o procedimientos de seguridad que deberán tenerse en cuenta para la ejecución del mismo y las detallará también por escrito.
4. Definir los recursos principales de cada proceso y medir la productividad del uso de estos. Tomando como información los volúmenes a ejecutar en cada proceso, los plazos definidos en el programa detallado, los recursos generales y con los rendimientos estándares o por experiencias anteriores, cada responsable definirá los recursos principales y las cantidades que planea usar en la ejecución del mismo.

2.3.7.3 Sistema de Control de Costos

El sistema hace énfasis en la acumulación de costos para cierto periodo de tiempo determinado por el usuario; puede ser semanal, quincenal o mensual, los cuales tienen un responsable designado por el jefe de proyecto. (Briceño Balarezo, 2003)

El formato del control de costos por procesos está distribuido por los rubros siguientes: Materiales, Mano de obra, Supervisión, Equipos, Vehículos, Sub contratos, Gastos generales.

2.3.7.4 Medición de obra por procesos

Una de las causas más comunes de los atrasos en la construcción de edificaciones es la ausencia absoluta de metodologías de medición. Lo atribuyen a que, principalmente las empresas constructoras erróneamente perciben que el aplicar políticas de medición es un gasto innecesario. No obstante, si no se desarrollan metodologías de medición como una práctica constante, se corre el riesgo de no identificar los problemas que atrasan la cadena de producción, que se reflejan, posteriormente, en déficit financieros. (Loayza & Velarde, 2009)

Si esto pasa en las empresas constructoras, pues con mayor razón ocurre en las entidades públicas las cuales también ejecutan obras, las realizan con total desconocimiento del control de proyectos. Para ello se necesita contar con una herramienta fácil y eficiente de manejar para poder llevar a cabo las mediciones de los aspectos relevantes en un proyecto.

Para medir eficientemente se deben seguir tres pasos básicos:

1. Observación: Mediante la observación se identifican todos los elementos objeto de análisis y se realiza un listado detallado de ello.
2. Crear un pre formato: Mediante el cual se identifican los parámetros a medir, así como las unidades a utilizar y la organización de los datos a recolectar.
3. Recolección de data: Se recopilan los datos midiendo en el campo para validar el pre formato. De ser necesario, se adecua a la naturaleza de las mediciones.

Para desarrollar una buena metodología de control en la construcción de edificaciones se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Control físico: mediante el control de plazo por hitos, en los diferentes diagramas de planificación.
- Control financiero: tanto de los ingresos como de los egresos de la obra, si se efectúa un seguimiento de las finanzas se previenen posibles déficits.
- Cumplimiento de objetivos: a corto y largo plazo, mediante indicadores de gestión.
- Equilibrio entre lo programado y ejecutado en costo y plazo: para desarrollar este, equilibrio se deben diseñar indicadores que establezcan relaciones entre los tiempos programados y los empleados en realidad, y también entre los gastos programados y los efectuados en realidad en la ejecución de un proceso. (Loayza & Velarde, 2009)

2.3.7.5 Medición de plazo

En la planificación por procesos en edificaciones, los plazos se planifican por procesos. Para medir la eficiencia de dicha planificación, los tiempos objetivos planteados se comparan con las fechas de culminación y entrega real de los lotes de producción, mediante una verificación con los diagramas de Gantt. De esta manera, se puede determinar el estado actual del proyecto con relación al cronograma, identificar el proceso específico que está fallando en sus fechas de entrega, analizar el problema, influir en los factores que generan dicho retraso y proporcionar una solución al problema. Por otro lado, el Schedule Performance Index, o SPI, es una ratio que nos permite medir la eficiencia global en los rendimientos, es decir, el valor ejecutado entre el planificado. Los resultados de este índice, se grafican formando un diagrama de dispersión, en relación con la unidad de tiempo, en el cual se determinó realizar dicho control. (Loayza & Velarde, 2009)

2.3.7.6 *Medición de costos*

El sistema de medición es utilizado para evaluar y obtener la información necesaria para poder analizar el comportamiento del proyecto y corregir los errores que puedan existir o prevenir las futuras fallas que puedan ocurrir. El indicador de control de costos (CPI), en inglés “cost performance index”, es un indicador que nos permite medir la eficiencia global en el uso de los recursos, es decir, lo producido entre lo gastado. Los resultados de este índice de performance, se grafican formando un diagrama de dispersión, en relación con la unidad de tiempo en el cual se determinó realizar dicha medición. (Loayza & Velarde, 2009)

2.3.7.7 *Índices de desempeño de Costo y Tiempo*

La eficiencia. - se mide por la siguiente expresión matemática; para efectos de controlar el proyecto consideraremos como recursos los Costos estimados (meta) y el costo real respectivamente. (Briceño Balarezo, 2003)

$$Eficiencia = \frac{Recurso\ Estimado}{Recurso\ Utilizado} \times 100$$

$$CPI = \frac{C.\ Estimado}{C.\ Real} \times 100$$

Donde:

CPI: Índice de desempeño del costo (Cost Performance Index)

Si CPI=1.00, 100% eficiente

La Eficacia. - se mide por la siguiente expresión matemática, para efectos de controlar el proyecto consideraremos como producción los Avances Reales y Avances Estimados (meta) respectivamente. (Briceño Balarezo, 2003)

$$Eficacia = \frac{Produccion\ Real}{Produccion\ Planeada} \times 100$$

$$SPI = \frac{Avance\ Real}{Avance\ Planeado} \times 100$$

Donde:

SPI: Índice de desempeño del tiempo o programa (Schedule performance index)

Si SPI=1.00, 100% Eficaz

2.3.8 Filosofía Lean

Esta filosofía tiene sus inicios en Japón, en la década de los cincuenta debido a la necesidad de reconstruir el país después, de la segunda guerra mundial, para lo cual se consultaron a especialistas americanos como: Deming, Juran, Feigenbaum. Esta filosofía fue bastante difundida en la industria automotriz, siendo implementada inicialmente por Toyota Company, su creador Taiichi Ohno confiaba en la posibilidad de eliminar todo tipo de actividad que no agregara valor, con la finalidad de mejorar la productividad de la empresa. (Pinto de la Sota, 2010)

2.3.8.1 Lean Production

El lean Production es un sistema que tiene como finalidad eliminar o reducir al máximo los elementos que no aporten de manera positiva en recursos, tiempo, espacio u otros; para agregarle valor al producto, ya que como sabemos lo que busca el Lean production es agregarles valor a sus productos eliminando actividades innecesarias (desperdicios). (Guzmán, 2014)

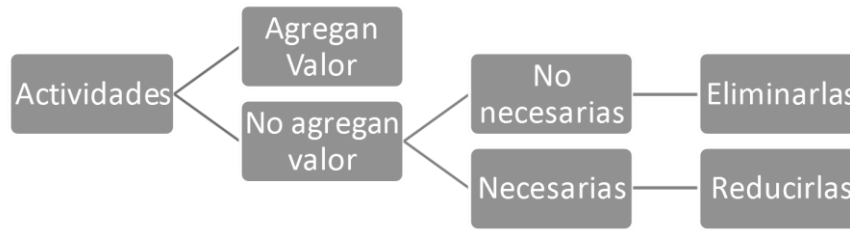


Figura 2.10: Clasificación de actividades según Lean Production
FUENTE: elaborado por el equipo de trabajo

Uno de los conceptos fundamentales de la teoría Lean Production es ver el proceso de producción como un flujo de materiales e información que van desde las materias primas hasta el producto final que llegara al cliente. Esto se grafica en el siguiente diagrama.

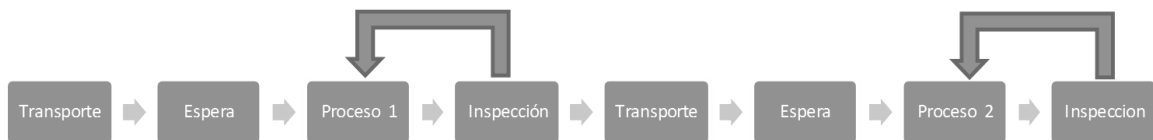


Figura 2.11: Modelo de flujo de Procesos
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

2.3.8.2 Lean Construction

El Lean Construction como mencionamos antes nació de una adaptación del Lean Production que estaba enfocado a las empresas manufactureras, entonces se puede entender que existieron dificultades en este proceso de adaptación debido a los distintos que puede ser el proceso de construcción comparado con otras industrias más especializadas. (Guzmán, 2014)

Lo que diferencia Lean Construction de las prácticas convencionales es su enfoque en las pérdidas y cómo reducirlas. El segundo enfoque fundamental es el manejo del modelo de flujos planteado por Koskela (1992) en contraposición del modelo de

transformación. El modelo de flujo de procesos permite visualizar las abundantes pérdidas que usualmente se encuentran en la construcción y que el modelo de transformación no permite ver. En vez de mejorar únicamente los procesos, la nueva filosofía apunta a mejorar tanto los procesos como los flujos. Por lo tanto, la teoría de Construcción Lean requiere fortalecer los sistemas de gestión de producción, así como los procesos de producción en sí, centrando su trabajo en el manejo de un sistema adecuado de planificación operacional y diseño de procesos. (Pinto de la Sota, 2010)

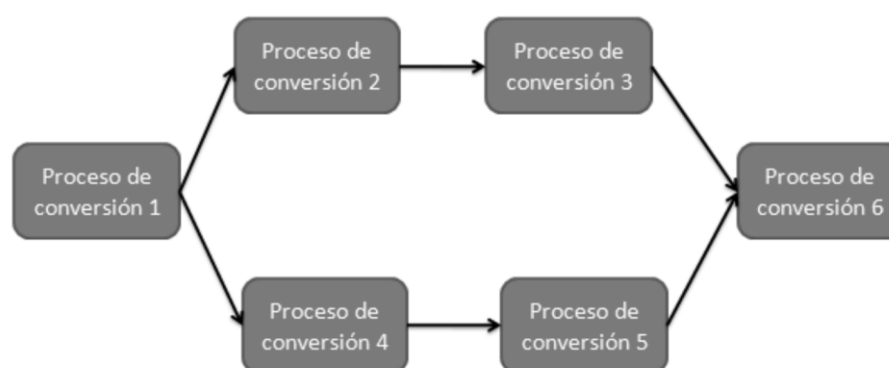


Figura 2.12: Modelo de conversión de procesos
FUENTE: (Guzmán, 2014)

2.3.8.2.1 *Tren de actividades*

Es una metodología similar a las líneas de producción en las fábricas, en las cuales el producto avanza a lo largo de varias estaciones transformándose en cada una de ellas. Para el caso de la construcción que no es una industria automatizada como las fábricas y no se tiene la posibilidad de mover el producto a lo largo de varias estaciones se creó el concepto de tren de actividades, según el cual las cuadrillas de trabajo van avanzando unos tras otros a través de los sectores establecidos anteriormente en el proceso de sectorización, con esto se pretende tener un proceso continuo y ordenado de trabajo,

además de poder identificar fácilmente los avances a través de la ubicación de las cuadrillas en un sector determinado. (Ghio Castillo, 2001)

Como principales ventajas de la aplicación de los trenes de trabajo se tiene:

- Incrementa la productividad.
- Mejora la curva de aprendizaje.
- Se puede saber lo que se avanzara y gastara en el día.
- Disminuye la cantidad de trabajos rehechos

2.3.9 La Productividad en la Construcción

La productividad ha sido objeto de estudio por parte de todo tipo de industrias y empresas, especialmente en esta época donde la competencia obliga a que los niveles de productividad sean cada vez más altos, sin embargo en la industria de la construcción son pocos los estudios de productividad que se han realizado, porque se desconocen metodologías al interior de los proyectos para efectuarlos y se piensa que por el costo relativamente bajo de la mano de obra es ilógico incurrir en gastos de este tipo, por este motivo se desconoce la utilidad que tienen estos estudios en la planeación y control de una obra, especialmente en lo referente al rendimiento y hacer mejor uso del "tiempo". (Arboleda, 2014)

2.3.9.1 Productividad

La productividad es un término muy utilizado en procesos de fabricación de productos, construcción o cualquier otra industria, donde la mano de obra se ve incluida; por lo que viene a ser un indicador relevante, puesto que relacionan factores clave como el costo, tiempo, planeación, control, etc., los cuales inciden de forma directa sobre el desempeño de estos procesos.

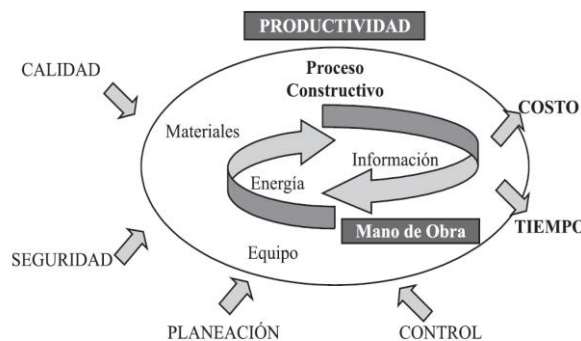


Figura 2.13: Principales relaciones de la productividad
 FUENTE: (Mejía & Hernández, 2007)

La productividad es “una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”.(Guzmán, 2014)

En la siguiente tabla se muestra los rangos en los cuales se califica la productividad de mano de obra.

Tabla 2.5: Clasificación de la eficiencia en la productividad de mano de obra

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% -100%

FUENTE: (Botero Botero, 2002)

Se define a la productividad como una relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Lo que significa que una productividad mayor implica una mayor producción utilizando la misma cantidad de recursos. (Ghio Castillo, 2001)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de Investigación

La investigación es de tipo Descriptiva – Aplicativa, puesto que “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Asimismo, es aplicada, puesto que se busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, aplicándolos a una obra real.

Además, según la clasificación por la clase de medios utilizados para obtener datos, la investigación es de tipo documental y de campo; por lo que se apoya en fuentes de información y/o consulta bibliográfica especializada y archivística; así como técnicas de observación y recolección de información de fuente primaria, recolectando datos y características directas del objeto de estudio.

3.1.2 Diseño de la Investigación

La Investigación es un diseño de Campo, puesto que los datos se recolectarán de forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación en curso sin intermediación de ninguna naturaleza. (Suca Suca, 2014)

Por otro lado, sobre el diseño de investigación (Diseño de Campo), es un Estudio de Caso. “El estudio de Caso es el estudio profundizado y exhaustivo de uno o muy pocos objetos de investigación, lo que permite obtener un conocimiento amplio y detallado de los mismos. Se basa en la idea de que, si estudiamos con atención cualquier unidad de un cierto universo, estaremos en condiciones de conocer algunos aspectos generales del mismo; por lo menos, tendremos una perspectiva, una reseña general que orientará una búsqueda posterior”. (Suca Suca, 2014)

3.1.3 Población y Muestra

Para la presente investigación se considera como población de estudio a las obras de edificación en general en la ciudad de Puno, periodo 2017.

Para la elección de la muestra nos basamos en que la muestra se divide en dos: Muestra Probabilística y no Probabilística. Para el análisis de tratamiento de información se utilizó el método no probabilístico y muestreo por conveniencia o intencional; ésta elección fue por el acceso a la información y por lo que cumple con las características de la población. (Hernández Sampieri et al., 2014)

Es una Muestra Intencional, también recibe el nombre de sesgado. “El investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo que exige un conocimiento previo de la población que se investiga. Escoge sus elementos no en forma fortuita sino completamente arbitraria, designando a cada unidad según características que para el investigador resulten de relevancia. Estas muestras son muy útiles y se emplean frecuentemente en los estudios de caso,…”.(Suca Suca, 2014)

Es así que la muestra objeto de estudio será la obra denominada: laboratorios para la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la UNA Puno, en la etapa de ejecución de estructuras, la cual estará conformada por el personal obrero de la misma.

3.1.4 Ubicación Espacial

La muestra objeto de estudio, es el proyecto de edificación denominado “laboratorios para la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano” ubicado en la provincia de Puno, la cual está emplazado dentro de la ciudad Universitaria.

3.1.5 Ubicación Temporal

El presente trabajo de investigación considera al proyecto antes mencionado, desde su inicio hasta el término de la ejecución de las estructuras de la obra, periodo 2017-2018.

3.1.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.1.01.1 *Análisis documental*

Como se mencionó anteriormente, el tipo de datos de esta investigación son datos Primarios, los cuales “son aquellos que el investigador obtiene directamente de la realidad, recolectándolos con sus propios instrumentos”; por lo que se utilizó como instrumento de investigación el análisis de documentos. (Suca Suca, 2014)

3.1.01.2 *Observación*

Así también se utilizó la observación; la cual consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar. (Suca Suca, 2014)

3.1.01.3 Software utilizado

Para el procesamiento y cálculo de resultados se utilizó como herramienta el programa Microsoft Excel 2013, y para el análisis y control estadístico de los resultados se utilizó como soporte el programa Minitab 18.

3.1.7 Variables

3.1.7.1 Variables de la Investigación

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES
Sistema de planificación y control basado en procesos	procedimiento, metodología de planificación y control con enfoque a procesos	x1=avance de proceso planificado/ realizado x2= rendimiento y/o productividad de M.O. del proceso x3= Capacidad de cumplimiento del proceso.
Gestión del tiempo	procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto	Y = índice de desempeño del programa – SPI
Gestión del costo	Procesos relacionados con estimar, presupuestar, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado	Z = índice de desempeño del costo – CPI
Eficiencia de la planificación	Porcentaje de eficiencia de la planificación basada en procesos en comparación con la convencional establecida en el Expediente Técnico de obra	w = diferencia de índices de desempeño del programa – SPI

3.1.7.2 Operacionalización de variables

OBJETIVOS	VARIABLE	INDICADOR	OPERACIONAL.	MEDICIÓN	MÉTODO HERRAM, INST.
OBJ. 1.- Realizar la planificación de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basada en procesos para una eficiente gestión de los mismos.	X=sistema de planificación con enfoque a procesos	x1= avance de proceso planificado	¿Cuál es el avance de los procesos con respecto a lo planificado?	Porcentaje de avance ejecutado acumulado mensual.	-Medición del avance de los procesos planificados en base a la cuantificación de metros reportados de forma mensual
OBJ. 2.- Realizar el control de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basado en procesos para gestionar la mejora de los mismos.	Control con enfoque a procesos	x2= Rendimiento de mano de obra de los procesos productivos	¿Cuál es el rendimiento de la mano de obra de los procesos realmente obtenido con respecto a lo planificado?	Cantidad de proceso realmente ejecutado por una cuadrilla por jornada laboral diaria.	-Observación: Muestreo en campo y promedio de muestra de los rendimientos obtenidos, análisis y control mediante gráficas de control de valores individuales
		x3= Capacidad de cumplimiento del proceso	¿Cuál es la capacidad de los procesos planificados?	Porcentaje de capacidad de cumplimiento de los procesos respecto a lo planificado.	-utilización de histogramas e informe de capacidad de procesos
OBJ. 3.- Analizar la eficiencia del sistema de planificación y control basado en procesos aplicado en la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP, con respecto a la gestión del tiempo y costo de la misma	Y= eficiente Gestión del tiempo	y1 = índice de desempeño del programa – SPI	¿Qué tan eficiente es el sistema de planificación y control basado en procesos respecto al tiempo?	Porcentaje de eficacia de la planificación y control basado en procesos.	-Medición mensual en base a las valorizaciones de obra respecto a lo planificado -Prueba t-student
	Z = eficiente Gestión del costo	z1 = índice de desempeño del costo – CPI	¿Qué tan eficiente es el sistema de planificación y control basado en procesos respecto al costo?	Porcentaje de eficiencia de la planificación y control basado en procesos.	-Medición mensual en base a las valorizaciones y reportes financieros del proyecto. -Prueba t-student
OBJ. 4.- Determinar cuán eficiente es la planificación basada en procesos en comparación con la convencional establecida en el Expediente Técnico de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP.	W = Eficiencia de la planificación	w1 = diferencia de índices de desempeño del programa – SPI	Qué tan eficiente es el sistema de planificación basado en procesos en comparación a la establecida en el expediente técnico de obra	Porcentaje de eficiencia de la planificación en comparación con la del Exp. Técnico de obra.	-Medición y/o comparación mensual y promedio en base a las valorizaciones de obra respecto a lo planificado en el Exp. Técnico.

3.1.7.3 Tabla de recolección de datos por objetivos específicos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE	Actividad	Herramienta	Fuente	Software Procesam.
OBJ. 1.- Realizar la planificación de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basada en procesos para una eficiente gestión de los mismos.	PLANIFICACIÓN POR PROCESOS	MAPA DE PROCESOS	diagramas de flujo	Exp. Técnico	Ms Excel
		GESTIÓN DEL ALCANCE			
		aspectos generales del proy	-	Memoria desc. Exp. técnico	Ms Word
		resumen presup	-	Memoria desc. Exp. técnico	Ms Excel
		Concepción. Del proyecto	-	Memoria desc. Exp. técnico	Ms Excel
		Definición. del alcance	EDT	Presup. exp. Técnico	Ms Excel
		GESTIÓN DEL TIEMPO			
		determinación de los procesos	matriz de planif por procesos	Presup. Exp. Técnico	Ms Excel
		Duración de activ. y/o procesos	Cálculo en base a rendimientos de M.O. y metrados del Exp. Tec.	A.C.U. Exp. Técnico	Ms Excel
		GESTIÓN DEL COSTO			
		recursos y costos por procesos	matriz de planif por procesos	A.C.U. Exp. Técnico	Ms Excel
		incidencia de los procesos	diagrama de Pareto	Matriz de planif por procesos, recursos y costos por procesos	Ms Excel
		Programación detallada	Programación en serie-flujos de trabajo	Matriz de planif por procesos, metrados exp Técnico	Ms Excel
Planif. por procesos mensual	Barras gantt	programación detallada	Ms Excel		
OBJ. 2.- Realizar el control de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios	CONTROL DE LOS PROCESOS	Control de la planif por procesos	diagrama de barras, formalización de indicadores	Valorizaciones mensuales de obra	Ms Excel
		Rend. De mano de Obra			

para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP basado en procesos para gestionar la mejora de los mismos.		Medición	fichas y/o formatos de toma de datos	reporte de metrados en campo	Ms Excel
		análisis y control	gráficas de control de valores individuales	reporte de metrados en campo	Minitab 18
		Capacidad de cumplimiento del proceso	Histogramas	reporte de metrados en campo	Minitab 18
			informe capacidad del procesos	reporte de metrados en campo	Minitab 18
OBJ. 3.- Analizar la eficiencia del sistema de planificación y control basado en procesos aplicado en la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP, con respecto a la gestión del tiempo y costo de la misma	gestión del tiempo	análisis de la Gestión del tiempo	formula- índice de desempeño del tiempo SPI	Avance Planificado, Valorizaciones mensuales de obra	Ms Excel
	gestión del costo	análisis de la Gestión del costo	formula-índice de desempeño del costo CPI	Valorizaciones mensuales e información financiera de obra	Ms Excel
OBJ. 4.- Determinar cuán eficiente es la planificación basada en procesos en comparación con la convencional establecida en el Expediente Técnico de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNAP.	Eficiencia de la planificación	Comparación de eficiencia de la planificación propuesta vs exp. Técnico	diferencia de índices de desempeño del programa – SPI	Valorizaciones mensuales de obra, Cronograma Exp. Técnico	Ms Excel

3.2 DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL

En el presente capítulo se aplicaron herramientas, conceptos y/o metodologías basadas en procesos establecidos anteriormente, a una obra de edificación denominada: laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNA Puno, En la cual se realizó la planificación y control respectivo sólo para la etapa de ejecución de las estructuras, esto por cuestiones de tiempo y/o fines académicos para la investigación.

A la metodología de planificación y control basado en procesos aplicados en el caso de estudio, se añadieron conceptos y/o herramientas de la guía PMBOK 5ta edición del Project Management Institute, para la gestión del alcance del proyecto; así también se utilizaron conceptos y herramientas de la filosofía lean Construction para la programación por trenes de trabajo, cuya filosofía está basada en el flujo de procesos.

3.3 ELABORACIÓN DEL MAPA DE PROCESOS

Como se vio en la teoría, toda organización que emprende un proyecto debería tener sus objetivos basado en procesos; la ejecución de una obra es precisamente un proyecto el cual comprende varios aspectos como objetivos, los cuales deberán ser plasmados en un mapa de procesos a nivel general de todo el proyecto. Además, se sabe que un proyecto cuenta con la fase de planificación hasta la ejecución, entonces para el nuestro, se considera los siguientes procesos operativos y de apoyo como se muestra en el siguiente mapa de procesos.

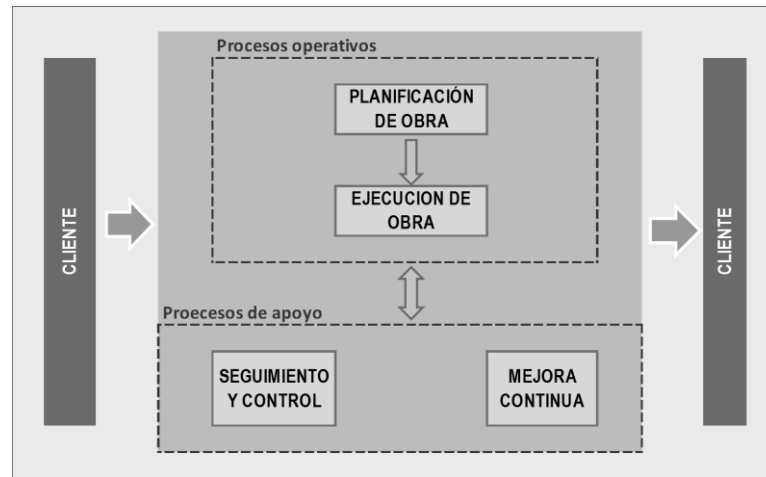


Figura 3.1: Mapa de procesos del proyecto Ing. de Minas
FUENTE: elaborado por el equipo de trabajo

Del mapa de procesos se realiza el diagrama de flujo con los subprocesos que comprenden dicho mapa. Para la construcción de una obra es necesario partir de la planificación de la misma, y así llegar al control y mejora continua mediante una retroalimentación.

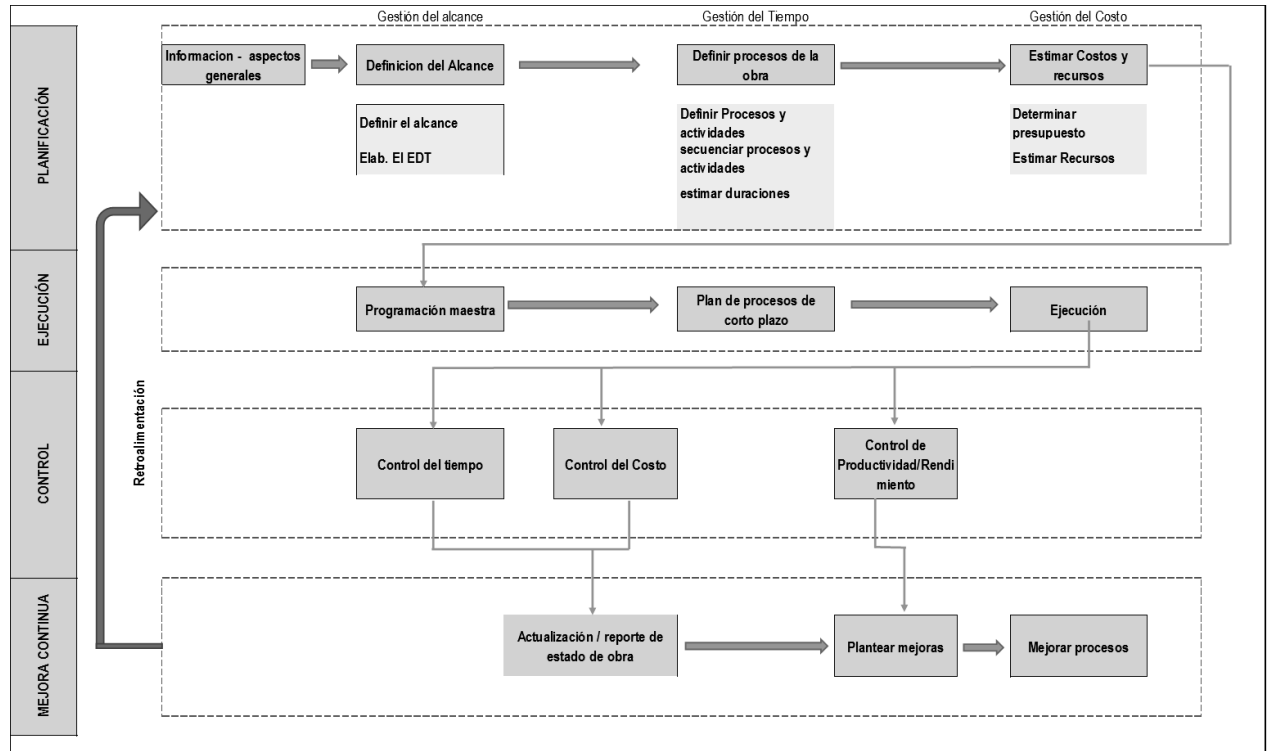


Figura 3.2: Diagrama de Flujo de procesos de planificación y control obra Ing. de Minas. FUENTE: elaborado por el equipo de trabajo

3.4 PLANIFICACIÓN DE LA OBRA

Primero se tuvo que partir de la información general de la obra la cual se va a ejecutar, dicha información servirá para poder realizar la gestión del alcance del proyecto, el cual como se mencionó, comprenderá la especialidad de estructuras.

3.4.1 Gestión del Alcance

En esta etapa inicial la gestión del alcance tiene como objetivo dar a conocer y definir de forma clara que se incluye en la ejecución del proyecto y que no está incluido, esto para poder generar los objetivos que tendrá nuestro proyecto.

3.4.1.1 Aspectos generales del proyecto

Tabla 3.1: Información General Obra: Ing. Minas

Obra:	“Infraestructura Adecuada y Óptima destinada a Laboratorios Gabinetes y Aulas Académicas”
COMPONENTE:	Del PIP Recuperación del Servicio Académico de Apoyo a la Investigación de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de Minas en la UNA Puno.
UBICACIÓN	
Región	PUNO
Provincia	PUNO
Distrito	PUNO
Lugar	CIUDAD UNIVERSITARIA
CÓDIGO SNIP	N° 332728
PRESUPUESTO BASE	S/. 3'085,554.19 (A JUNIO - 2017)
FUENTE DE FINANCIAMIENTO:	1.00 RECURSOS ORDINARIOS.
APROBACIÓN DE EXP. TÉCNICO:	RESOL. RECTORAL N° 1661-2017-R-UNA
UNIDAD EJECUTORA	OF. GRAL. DE INFRAESTRUCTURA UNIV.
MODALIDAD DE EJECUCIÓN	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DIRECTA
ENTREGA DE TERRENO	07 de agosto del 2017
INICIO REAL DE OBRA	07 de agosto del 2017
PLAZO DE EJECUCIÓN	12 MESES (360 días calendarios según Exp. Técnico).
FUENTE: Residencia de Obra Ing. Minas UNA	

3.4.1.2 Presupuesto Base

Tabla 3.2: Resumen Presupuesto de Obra Ing. De Minas UNA

COSTO DIRECTO	S/. 2,680,759.50
COSTO DE GASTOS GENERALES (8.60%)	S/. 230,545.32
COSTOS DE SUPERVISIÓN (3.50%)	S/. 93,826.58
COSTOS DE LIQUIDACIÓN (0.80%)	S/. 21,446.08
COSTOS DE EXPEDIENTE TÉCNICO (1.80%)	S/. 48,253.67
COSTOS DE ADMINISTRACIÓN (0.40%)	S/. 10,723.04
COSTO INDIRECTO	S/. 404,794.69
PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA	S/. 3,085,554.19

FUENTE: Expediente Técnico de obra Ing. Minas UNA

3.4.1.3 Concepción del proyecto

El proyecto ha sido resultado de una investigación sobre los requerimientos necesarios para poder diseñar una infraestructura que beneficie a la población estudiantil de la facultad de ingeniería de Minas. En el estudio de la volumetría Arquitectónica esta se rige por la integración formal con las edificaciones existentes, con el objetivo de generar una lectura unificada, integrada y sistemática, este aspecto es visible tanto en la composición formal (concatenación de fachadas) como funcional (adecuada distribución de espacios). Siendo uno de los factores primordiales para el diseño de la edificación el aspecto climatológico (efectos y beneficios). El criterio climatológico usado para generar una temperatura agradable en el interior de los laboratorios y Aulas para la escuela Profesional, el empleo de ventanas muro cortina y ventanas de tubo electro soldado con una galería de circulación centralizada, para una buena iluminación natural. Cabe mencionar que se conciben aberturas en los vanos para la ventilación correspondiente de los diferentes espacios. Hacia el lado Norte se propone paneles vidriados como en la caja de escaleras los cuales funcionarían como colectores solares. Asimismo, la propuesta Arquitectónica tiene como finalidad presentar las nuevas ideas y la forma de como el

diseño arquitectónico se integra a la arquitectura universitaria. (Fuente: Exp. Técnico Obra Ing. Minas).

3.4.1.4 Distribución de Ambientes por Niveles

El presente proyecto de acuerdo a las necesidades y para el desarrollo de las actividades a realizarse en el laboratorio para ingeniería de minas, consta de los siguientes espacios en los diferentes niveles. Cabe señalar que, para nuestro estudio, el alcance llegará hasta el término del casco estructural del proyecto.

Tabla 3.3: Descripción de Ambientes por niveles

NIVEL	DESCRIPCIÓN	ÁREA CONSTRUIDA
PRIMER NIVEL	☐ 01 accesos principal	594.16 m2
	☐ Hall de Distribución	
	☐ Laboratorio de Ventilación Minera	
	☐ Gabinete de Perforación y Voladura	
	☐ Laboratorio de Mineralogía y Petrografía	
	☐ Aula académica 101	
	☐ Aula académica 102	
	☐ 01 SS. HH. Discapacitados	
	☐ 01 SS. HH. Docentes	
	☐ SS. HH. Damas	
	☐ SS. HH. Varones	
	☐ Galería de circulación	
	☐ 01 ascensor	
☐ 02 escaleras		
SEGUNDO NIVEL	☐ Galería de circulación	668.50 m2
	☐ 01 estar	
	☐ Laboratorio de Rocas y Minerales	
	☐ Gabinete de métodos de explotación subterránea y superficial	
	☐ Laboratorio informático de modelación y diseño de minas	
	☐ Aula académica 201	
	☐ Aula académica 202	
	☐ Aula académica 203	
	☐ 01 SS. HH. Discapacitados	
	☐ 01 SS. HH. Docentes	
	☐ SS. HH. Damas	
	☐ SS. HH. Varones	
	☐ 01 ascensor	
☐ 02 escaleras		
TERCER NIVEL	☐ Galería de circulación	669.71 m2
	☐ 01 estar	
	☐ Laboratorio de Idiomas	
	☐ Centro de Computo 1	

- ☐ Centro de Computo 2
- ☐ Cubículos Dobles de Docentes (10)
- ☐ 01 SS. HH. Discapacitados
- ☐ 01 SS. HH. Docentes
- ☐ SS. HH. Damas
- ☐ SS. HH. Varones
- ☐ 01 ascensor
- ☐ 02 escaleras

CUARTO NIVEL/AZOTEA	☐ 02 escaleras	62.87 M2
TOTAL DE ÁREA CONSTRUIDA		1995.24 M2

FUENTE: Expediente Técnico Obra Ing. Minas UNA

3.4.1.5 Definición del alcance

Para la presente investigación se definió como alcance del proyecto Laboratorios para la E.P. de Ingeniería de Minas, la ejecución de la especialidad de estructuras hasta la culminación del casco estructural del mismo. Es una edificación con tres niveles la cual cuenta con dos cajas de escaleras y una caja de ascensor, se caracteriza de una estructura aporticada, cuya cimentación está comprendida por zapatas aisladas y combinadas conectadas por vigas de cimentación; cuenta con placas rectas e inclinadas para poder cumplir con la arquitectura, así mismo con vigas rectas, losas aligeradas y macizas de concreto armado.

3.4.1.6 Creación del EDT – Estructuras

Para la creación del EDT del área de estudio, se utilizó la técnica de descomposición, la cual, “es utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del mismo en partes más pequeñas y que sean manejables”. (Project Management Institute, 2013)

En esta etapa se realizó la “Estructura de Desglose del Trabajo” del proyecto de la especialidad de estructuras. Es así que para nuestro proyecto se tiene el siguiente EDT con los entregables correspondientes.

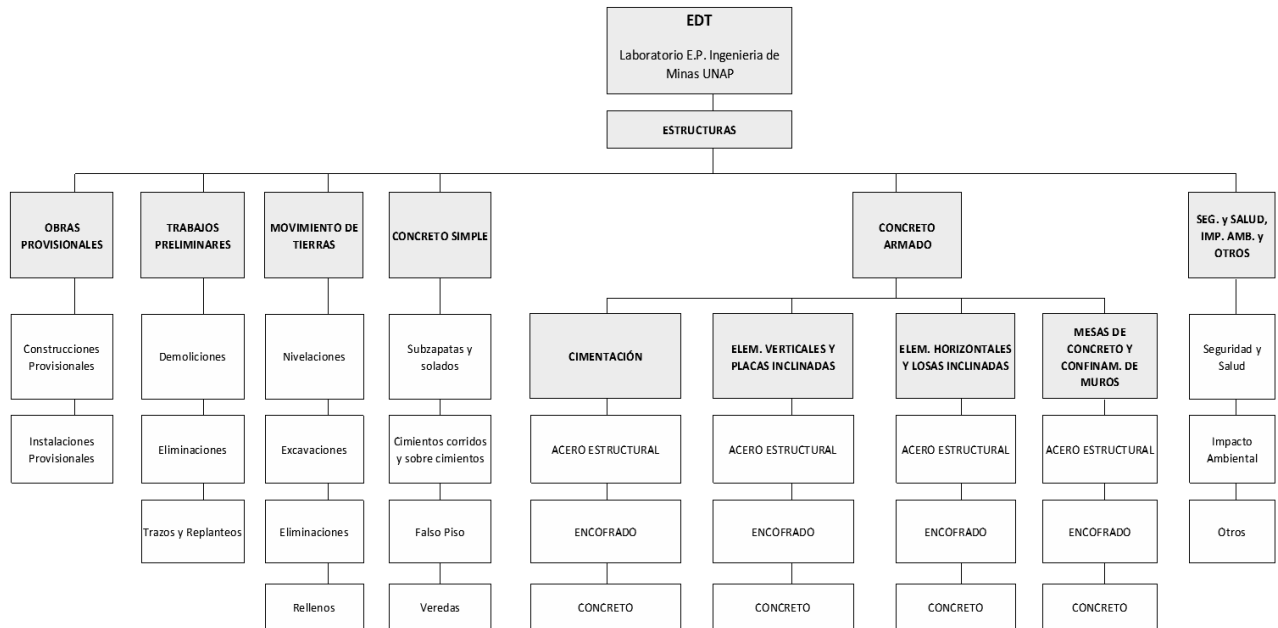


Figura 3.3: EDT Estructuras Obra Ing. De Minas
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.2 Gestión del Tiempo

3.4.2.1 Determinación de los Procesos del proyecto

Una vez elaborado el EDT, se procedió a agrupar las partidas del proyecto en procesos, los cuales estarán comprendidos por aquellas actividades similares y que a su vez se ejecuten con los mismos recursos, considerando algunas veces el flujo de trabajo que requiere un proceso para terminar un entregable; como por ejemplo la partida de encofrado y desencofrado en columnas se puede agrupar con las partidas de encofrado y desencofrado de muros de contención y placas; así también el habilitado y colocado del acero estructural de estos mismos elementos pueden también agruparse en un solo proceso. Además, un proceso también puede descomponerse en varios sub procesos.

Este procedimiento se puede realizar con ayuda de la matriz de planificación por partidas y así llegar a la matriz de planificación por procesos, estos son los que se deben realizar para generar los entregables del proyecto especificados en la EDT del mismo.

Así se determinaron los procesos que tendrá el proyecto, mediante la matriz que valida también el control de la planificación, para ello se tomó en cuenta las diversas partidas, siempre basándonos en la información, alcance, EDT, etc. del proyecto, así como también en la experiencia de cómo son los procesos constructivos en obras de edificación; éstos criterios fueron fundamentales para poder llevarla a cabo. La matriz se muestra en la siguiente figura.

Tabla 3.4: Matriz de planificación de obra por partidas

	INST. Y CONST. PROV.	TRAB. PRELIM.	SUB ZAPATAS	VIGA. DE CIM.	ZAPATAS	PLACAS	MUROS DE CONTENCIÓN	COLUMNAS	VIGAS	LOSA ALIGERADA	ESCALERA	TANQUE CISTERNA
ACT. 01	OBRAS PROVISIONALES	OK										
ACT. 02	DEMOLICIÓN / ELIMINACIÓN	OK										
ACT. 03	MOVIMIENTO DE TIERRAS			OK	OK							
ACT. 04	CONCRETO SIMPLE		OK	OK								
ACT. 05	ACERO ESTRUCTURAL			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ACT. 06	ENCOFRADO			OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ACT. 07	CONCRETO ARMADO			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ACT. 08	OTROS											

	LOSA MACIZA	LOSA INCLINADA	MESA DE CONCRETO	CONFINAM. DE MUROS	CIM. CORRIDOS	SOBRE CIMIENTOS	RELLENOS	FALSO PISO	VEREDAS	SEGURIDAD Y SALUD	IMPACTO AMBIENTAL
ACT. 01	OBRAS PROVISIONALES										
ACT. 02	DEMOLICIÓN / ELIMINACIÓN										
ACT. 03	MOVIMIENTO DE TIERRAS						OK				
ACT. 04	CONCRETO SIMPLE					OK	OK	OK	OK		
ACT. 05	ACERO	OK	OK	OK	OK						
ACT. 06	ENCOFRADO	OK	OK	OK	OK						
ACT. 07	CONCRETO ARMADO	OK	OK	OK	OK						
ACT. 08	OTROS									OK	OK

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Después de realizar la matriz para identificar las partidas similares, se procedió a agruparlas dando como resultado los procesos de la obra, los cuales no siempre representan una intersección en las partidas, sino que también hay que tomar en cuenta el proceso constructivo de la obra.

Tabla 3.5: Matriz de planificación de obra por procesos

		INST. Y CONST. PROV.	TRAB. PRELIM.	SUB ZAPATAS	VIG.A DE CIM.	ZAPATAS	PLACAS	MUROS DE CONTENC.	COLUMNAS	VIGAS	LOSA ALIGERADA	ESCALERA	TANQUE CISTERNA
ACT. 01	OBRAS PROVISIONALES	PROCESO 01											
ACT. 02	DEMOLICIÓN / ELIMINACIÓN		PROCESO 02										
ACT. 03	MOVIMIENTO DE TIERRAS					PROCESO 03							
ACT. 04	CONCRETO SIMPLE			PROCESO 04									
ACT. 05	ACERO				PROCESO 05			PROCESO 08				PROCESO 11	
ACT. 06	ENCOFRADO				PROCESO 06			PROCESO 09				PROCESO 12	
ACT. 07	CONCRETO ARMADO				PROCESO 07			PROCESO 10				PROCESO 13	
ACT. 08	OTROS												
		LOSA MACIZA	LOSA INCLINADA	MESA DE CONCRETO	CONFINAM. DE MUROS	CIM. CORRIDOS	SOBRE CIMENTOS	RELLENOS	FALSO PISO	VEREDAS	SEGURIDAD Y SALUD	IMPACTO AMBIENTAL	
ACT. 01	OBRAS PROVISIONALES												
ACT. 02	DEMOLICIÓN / ELIMINACIÓN												
ACT. 03	MOVIMIENTO DE TIERRAS							PROCESO 21					
ACT. 04	CONCRETO SIMPLE					PROCESO 20			PROCESO 22	PROCESO 23			
ACT. 05	ACERO		PROCESO 14		PROCESO 17								
ACT. 06	ENCOFRADO		PROCESO 15		PROCESO 18								
ACT. 07	CONCRETO ARMADO		PROCESO 16		PROCESO 19								
ACT. 08	OTROS										PROCESO 24	PROCESO 25	

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la matriz de planificación anterior se observa que se identificaron 25 procesos, en los cuales están comprendidas todas las partidas de la especialidad de estructuras del proyecto. Luego se realizó el cuadro donde se muestra la lista de los procesos que se agruparon de acuerdo al EDT, mostrando las actividades o partidas que conforman el presupuesto de obra.

Tabla 3.6: Lista de Procesos

ENTREGABLES SEGÚN EDT	PROCESO	PARTIDAS		UND
		ITEM PRESUP.	DESCRIPCIÓN	
OBRAS PROVISIONALES	PROCESO 01		CONSTRUC. PROVISIONALES	
		01.01.01	CONSTRUCCIÓN DE OFICINA , ALMACÉN, VESTUARIO Y CASETA DE GUARDIANÍA	m2
		01.01.02	CONSTRUCCIÓN CERCO PERIMÉTRICO PROVISIONAL	m
		01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	Mes
		01.02.02	DESAGÜE PARA LA CONSTRUCCIÓN	Mes
		01.02.03	ENERGÍA ELÉCTRICA TRIFÁSICA PARA LA OBRA	Mes
		01.03.03.01	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	und
TRABAJOS PRELIMINARES	PROCESO 02		TRABAJOS PRELIMINARES	
		01.03.01.01	ELIMINACIÓN DE BASURA Y ELEMENTOS SUELTOS Y LIVIANOS	m2
		01.03.02.01	DEMOLICIÓN DE AULAS DE 02 NIVELES	und
		01.03.02.02	DEMOLICIÓN DE TANQUE CISTERNA	und
		01.03.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROVENIENTE DE DEMOLICIONES	m3
		01.03.04.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2
MOVIMIENTO DE TIERRAS	PROCESO 03		EXCAVACIONES	
		02.01.01.01	NIVELACIÓN	m2
		02.01.02.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PARA ZAPATAS (Terreno Roca Fracturada)	m3

	02.01.02.02	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PARA CIMENTOS CORRIDOS Y VIGAS DE CIMENTACIÓN (Terreno Roca Fracturada)	m3
	02.01.05.01	ACARREO DE MATERIAL PROVENIENTE DE EXCAVACIONES D= 30 M	m3
	02.01.05.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE EXCAVACIONES DISTANCIA =10 KM	m3
	PROCESO 21	RELLENOS	
	02.01.03.01	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL DE FUNDACIONES CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3
	PROCESO 04	SUB ZAPATAS	
	02.02.02.01	SUB ZAPATAS: MEZCLA C:H 1:10 + 30% PIEDRA GRANDE.	m3
	02.02.03.01	SOLADO PARA ZAPATAS C:H, 1:12 E=4"	m2
	02.02.03.02	SOLADO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN E=4" MEZCLA C:H 1:12	m2
	PROCESO 20	CIM SOBRE CIM	
	02.02.01.01	CIMENTOS CORRIDOS: CONCRETO CICLÓPEO: MEZCLA C:H 1:10 + 30% PIEDRA GRANDE.	m3
	02.02.04.01	SOBRE CIMENTOS: MEZCLA DE CONCRETO 1:8 (C:H) +25% DE PIEDRA MEDIANA	m3
	02.02.04.02	SOBRE CIMENTOS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	PROCESO 22	FALSO PISO	
	02.01.04.01	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO – AMBIENTES	m2
	02.02.05.01	FALSO PISO DE 4" =CONCRETO FC=140Kg/cm2	m2
	PROCESO 23	VEREDAS	
	02.02.06.01	VEREDAS: RELLENO, NIVELACIÓN Y COMPACTADO CON EQUIPO	m2
	02.02.06.02	VEREDAS: CONCRETO F'c=140 KG/CM2	m2
	02.02.06.03	VEREDAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	02.02.06.04	VEREDAS: JUNTAS ASFÁLTICAS Y/O BRUÑAS	m2
	PROCESO 05	ACERO ESTRUCTURAL	
	02.03.01.02	ZAPATAS AISLADAS: ACERO GRADO 60 FY=4200 Kg/cm2	kg
	02.03.02.03	VIGAS DE CIMENTACIÓN: ACERO GRADO 60 FY=4200 Kg/cm2	kg
	PROCESO 06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	
	02.03.02.02	VIGAS DE CIMENTACIÓN: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	PROCESO 07	CONCRETO ARMADO	
	02.03.01.01	ZAPATAS AISLADAS: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	02.03.02.01	VIGAS DE CIMENTACIÓN: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	PROCESO 08	ACERO ESTRUCTURAL	
	02.03.03.03	PLACAS INCLINADAS: ACERO GRADO 60 FY=4200 Kg/cm2	kg
	02.03.04.03	MUROS DE CONTENCIÓN: ACERO GRADO 60 F'Y=4200 KG/CM2	kg
	02.03.05.03	COLUMNAS: ACERO GRADO 60 Fy= 4200 Kg/cm2	kg
	PROCESO 09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	
	02.03.03.02	PLACAS INCLINADAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	02.03.04.02	MUROS DE CONTENCIÓN: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	02.03.05.02	COLUMNAS RECTAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	PROCESO 10	CONCRETO ARMADO	
	02.03.03.01	PLACAS INCLINADAS: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	02.03.04.01	MUROS DE CONTENCIÓN: CONCRETO F'c =210 KG/CM2	m3
	02.03.05.01	COLUMNAS RECTAS: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	PROCESO 12	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	
	02.03.07.02	VIGAS HORIZONTALES: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	02.03.09.02	LOSA ALIGERADA HORIZONTAL: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	02.03.13.02	ESCALERAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	02.03.14.02	TANQUE CISTERNA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	PROCESO 11	ACERO ESTRUCTURAL	
	02.03.07.03	VIGAS HORIZONTALES: ACERO GRADO 60 FY= 4200 KG/CM2	kg
	02.03.09.03	LOSA ALIGERADA HORIZONTAL: ACERO GRADO 60 FY=4200 Kg/cm2	kg
	02.03.09.04	LOSA ALIGERADA HORIZONTAL: LADRILLO HUECO DE 30x30x15cm	und
	02.03.13.03	ESCALERAS: ACERO GRADO 60 FY=4200 KG/CM2	kg
	02.03.14.03	TANQUE CISTERNA: ACERO FY=4200 KG/CM2	kg
	PROCESO 13	CONCRETO ARMADO	
	02.03.07.01	VIGAS HORIZONTALES: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	02.03.09.01	LOSA ALIGERADA HORIZONTAL: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	02.03.13.01	ESCALERAS: CONCRETO F'c= 210KG/CM2	m3
	02.03.14.01	TANQUE CISTERNA: CONCRETO F'c=210 KG/CM2	m3
	PROCESO 15	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	
	02.03.10.02	LOSA MACIZA PLANA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	02.03.11.02	LOSA MACIZA INCLINADA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2
	PROCESO 14	ACERO ESTRUCTURAL	
	02.03.10.03	LOSA MACIZA PLANA: ACERO GRADO 60 FY=4200 Kg/cm2	kg
	02.03.11.03	LOSA MACIZA INCLINADA: ACERO GRADO 60 FY=4200 Kg/cm2	kg
	PROCESO 16	CONCRETO ARMADO	
	02.03.10.01	LOSA MACIZA PLANA: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	02.03.11.01	LOSA MACIZA INCLINADA: CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3
	PROCESO 17	ACERO ESTRUCTURAL	
	02.03.06.03	COLUMNAS DE ARRIOSTRE: ACERO FY=4200 KG/CM2	kg

	02.03.08.03	VIGAS DE CONFINAMIENTO: ACERO GRADO 60 FY=4200 Kg/cm ²	kg
	02.03.12.03	MESA DE CONCRETO: ACERO FY=4200 KG/CM ²	kg
	PROCESO 18	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	
	02.03.06.02	COLUMNAS DE ARRIOSTRE: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m ²
	02.03.08.02	VIGAS DE CONFINAMIENTO: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m ²
	02.03.12.02	MESAS DE CONCRETO: ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m ²
	PROCESO 19	CONCRETO ARMADO	
	02.03.06.01	COLUMNAS DE ARRIOSTRE: CONCRETO F'C=175 KG/CM ²	m ³
	02.03.08.01	VIGAS DE CONFINAMIENTO: CONCRETO F'C=175 Kg/cm ²	m ³
	02.03.12.01	MESAS DE CONCRETO: CONCRETO F'C=175 KG/CM ²	m ³
	PROCESO 24	SEGURIDAD Y SALUD	
SEGURIDAD Y SALUD, IMPACTO AMBIENTAL Y OTROS	01.04.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GLB
	01.04.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	und
	01.04.03	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	und
	01.04.04	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	und
	01.04.05	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	mes
	PROCESO 25	OTROS	
	02.04.01.01	RESTAURACIÓN DE ÁREA AFECTADA POR CAMPAMENTO	m ²
	02.04.01.02	RESTAURACIÓN DE ÁREA AFECTADA POR PATIO DE MAQUINAS	m ²
	02.04.01.03	SELLADO DE LETRINAS	m ²
	02.04.01.04	REVEGETACIÓN CON ESTOLONONES DE PASTO Y TERRENO AGRÍCOLA	m ²
	02.05.01	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA OBRA	und
	02.05.02	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	und
	02.05.03	TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES	und
02.05.04	TRANSPORTE DE MATERIALES A LA OBRA	VJE	

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.4.2.2 Estimación de la duración de las actividades y/o procesos

Para el presente proyecto, la estimación de la duración de las actividades y/o procesos se realizó basándonos en los rendimientos expresados en el expediente técnico, la experiencia de los profesionales o juicio de expertos, así como también por estimaciones análogas, considerando rendimientos históricos de otras obras en algunas partidas que se ejecutan convencionalmente en la entidad. La duración de las actividades y/o procesos del proyecto se muestra en los anexos.

3.4.3 Gestión del Costo

3.4.3.1 Determinación de recursos y costos por procesos

En esta etapa se realizó la estimación de recursos para cada proceso, para ello nos vamos a los análisis de costos unitarios de las partidas las cuales componen cada proceso. Se multiplica la cantidad (metrado) por la cantidad unitaria del insumo requerido, obteniendo la cantidad total de recurso requerido.

A continuación, se muestra como ejemplo los análisis de costos unitarios que comprende el proceso de encofrado y desencofrado de elementos verticales:

Tabla 3.7: Análisis de Costos Unitarios – Proceso 09

PROCESO 09:			ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ELEM. VERTICALES				
Item	Rubro		Descripción	Cantidad (A)	P.Unit. (B)	Parcial (C=AxB)	
Partida	02.03.03.02		PLACAS INCLINADAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	6.0000	EQ. 6.0000		Costo unitario directo por : m2	120.61	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.1333	12.67	1.69
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	2.6667	11.52	30.72
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	1.3333	9.84	13.12
0147010004	PEON		hh	1.0000	1.3333	8.88	11.84
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		kg		0.1700	3.80	0.65
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0.3000	3.40	1.02
0243110015	MADERA AGUANO		p2		14.4800	4.00	57.92
0253100003	PETROLEO		gln		0.0400	15.00	0.60
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	57.37	1.72
0348900001	SIERRA CIRCULAR		hm	0.5000	0.6667	2.00	1.33
Partida	02.03.04.02		MUROS DE CONTENCIÓN: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2	51.40	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	12.67	1.01
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	11.52	9.22
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	9.84	7.87
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.8000	8.88	7.10
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		kg		0.1300	3.80	0.49
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0.2600	3.40	0.88
0243110015	MADERA AGUANO		p2		5.8600	4.00	23.44
0253100003	PETROLEO		gln		0.0417	15.00	0.63
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	25.20	0.76
Partida	02.03.05.02		COLUMNAS RECTAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2	48.87	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0147010001	CAPATAZ		Hh	0.1000	0.0800	12.67	1.01
0147010002	OPERARIO		Hh	1.0000	0.8000	11.52	9.22
0147010003	OFICIAL		Hh	1.0000	0.8000	9.84	7.87
0147010004	PEON		Hh	1.0000	0.8000	8.88	7.10
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		Kg		0.1700	3.80	0.65
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		Kg		0.3000	3.40	1.02
0243110015	MADERA AGUANO		p2		5.1600	4.00	20.64
0253100003	PETRÓLEO		Gln		0.0400	15.00	0.60
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	25.20	0.76

FUENTE: Expediente Técnico obra Ing. Minas

Para calcular la cantidad total de recursos requeridos y presupuesto total de este proceso, al cuadro anterior se le añadió columnas en las cuales se determinó la cantidad total de insumos por partida.

Tabla 3.8: Desagregado de recursos

PROCESO 09:			ENCOFRADO Y DESENCOFRADO ELEME VERTICALES							
Item	Rubro		Descripción		Cantidad (A)	P.Unit. (B)	Parcial (C=AxB)	Cant. Total (E=AxD)	Costo Parcial (F= BxE)	
Partida	02.03.03.02		PLACAS INCLINADAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO							
Rendimiento	m2/DIA	6.0000				Metrado:	148.27			
Código	Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
0147010001	CAPATAZ		Hh	0.1000	0.1333	12.67	1.69	19.76	250.36	
0147010002	OPERARIO		Hh	2.0000	2.6667	11.52	30.72	395.39	4,554.89	
0147010003	OFICIAL		Hh	1.0000	1.3333	9.84	13.12	197.69	1,945.27	
0147010004	PEON		Hh	1.0000	1.3333	8.88	11.84	197.69	1,755.54	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		Kg		0.1700	3.80	0.65	25.21	95.80	
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		Kg		0.3000	3.40	1.02	44.48	151.23	
0243110015	MADERA AGUANO		p2		14.4800	4.00	57.92	2,146.95	8,587.80	
0253100003	PETROLEO		Gln		0.0400	15.00	0.60	5.93	88.95	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	57.37	1.72	4.45	255.30	
0348900001	SIERRA CIRCULAR		Hm	0.5000	0.6667	2.00	1.33	98.85	197.70	
Partida	02.03.04.02		MUROS DE CONTENCIÓN: ENCOF Y DESENCOFRADO							
Rendimiento	m2/DIA	10.0000				Metrado:	659.08			
Código	Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
0147010001	CAPATAZ		Hh	0.1000	0.0800	12.67	1.01	52.73	668.09	
0147010002	OPERARIO		Hh	1.0000	0.8000	11.52	9.22	527.26	6,074.04	
0147010003	OFICIAL		Hh	1.0000	0.8000	9.84	7.87	527.26	5,188.24	
0147010004	PEON		Hh	1.0000	0.8000	8.88	7.10	527.26	4,682.07	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		Kg		0.1300	3.80	0.49	85.68	325.58	
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		Kg		0.2600	3.40	0.88	171.36	582.62	
0243110015	MADERA AGUANO		p2		5.8600	4.00	23.44	3,862.21	15,445.67	
0253100003	PETROLEO		Gln		0.0417	15.00	0.63	27.48	412.20	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	25.20	0.76	19.77	498.20	
Partida	02.03.05.02		COLUMNAS RECTAS: ENCOF DESENCOFRADO							
Rendimiento	m2/DIA	10.0000				Metrado:	1664.02			
Código	Descripción Recurso		Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
0147010001	CAPATAZ		Hh	0.1000	0.0800	12.67	1.01	133.12	1,686.63	
0147010002	OPERARIO		Hh	1.0000	0.8000	11.52	9.22	1,331.22	15,335.65	
0147010003	OFICIAL		Hh	1.0000	0.8000	9.84	7.87	1,331.22	13,099.20	
0147010004	PEÓN		Hh	1.0000	0.8000	8.88	7.10	1,331.22	11,821.23	
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		Kg		0.1700	3.80	0.65	282.88	1,074.94	
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		Kg		0.3000	3.40	1.02	499.21	1,697.31	
0243110015	MADERA AGUANO		p2		5.1600	4.00	20.64	8,586.34	34,349.32	
0253100003	PETRÓLEO		Gln		0.0400	15.00	0.60	66.56	998.40	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	25.20	0.76	49.92	1,257.98	
						TOTAL	Proceso 09:	S/. 133,080.21		

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Posteriormente se sumaron los recursos similares obteniendo en resumen la cantidad total de recursos por proceso.

Tabla 3.9: Recursos y costos por proceso

PROCESO	RECURSO	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD TOTAL	COSTO PARCIAL	SUB PARCIAL	COSTO TOTAL
PROCESO 09	RUBRO	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					133,080.21
	MANO DE OBRA	CAPATAZ	hh	205.61	2,605.08	67,061.21	
		OPERARIO	hh	2,253.87	25,964.58		
		OFICIAL	hh	2,056.17	20,232.71		
		PEÓN	hh	2,056.17	18,258.84		
	MATERIALES	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	393.77	1,496.32	63,809.82	
		ALAMBRE NEGRO N°8	kg	715.05	2,431.16		
		MADERA AGUANO	p2	14,595.50	58,382.79		
		PETRÓLEO	gln	99.97	1,499.55		
	EQUIPOS	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	74.14	2,011.48	2,209.18	
		SIERRA CIRCULAR	hm	98.85	197.70		

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

La misma operación se realizó con todos los procesos identificados en el proyecto, los cuales se muestran en los anexos.

3.4.3.2 Incidencia de los procesos

Para determinar la incidencia que tienen los procesos en el proyecto realizamos el diagrama de Pareto, el cual nos indicara que procesos son más relevantes en cuanto al presupuesto de la especialidad de estructuras. Este gráfico nos ayudó a identificar en que procesos debemos de tener mayor control.

Se considerará como procesos más incidentes aquellos que estén en la intersección del 80% de la curva de costo acumulado, con los de mayor costo respectivamente. Cabe señalar que son los procesos más incidentes de la especialidad de estructuras de la obra.

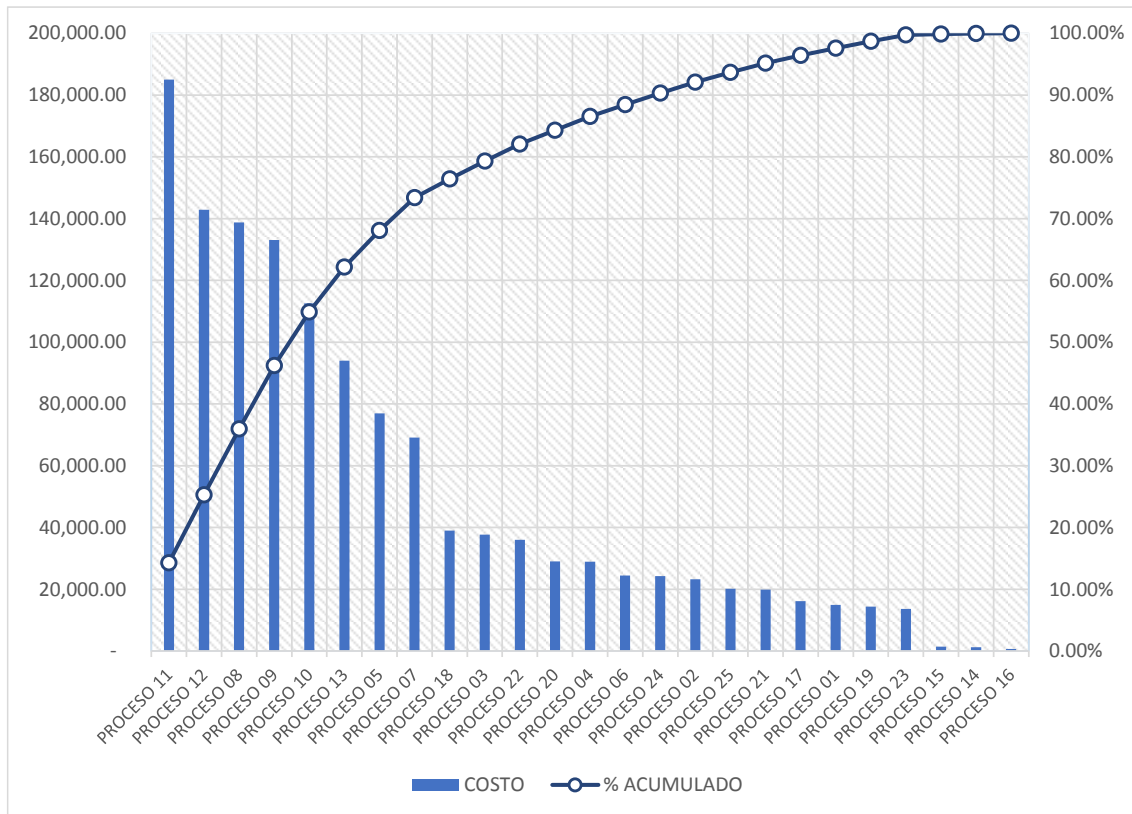


Figura 3.4: Porcentaje de Incidencia de los procesos-Pareto de costos
 FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.5 ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DETALLADA

La programación detallada se realizó por semanas, en la cual se consideró la secuencia y/o el orden lógico de los procesos constructivos en obras de edificación, haciendo que los procesos sean como flujos de trabajo secuenciales y se desea que éstos no paren en su ejecución; como una programación en serie, similar a la fabricación de productos, las cuales hacen que termine un proceso para iniciar otro. Se puede observar que para los elementos verticales de concreto armado se tienen las partidas de acero estructural, encofrado y desencofrado y concreto armado, procesos 8, 9 y 10 respectivamente. Se muestra un orden secuencial entre éstos no habiendo holgura entre estos, sino una restricción entre niveles, esto porque se tiene que terminar los elementos horizontales e inclinados del primer nivel para poder continuar con los procesos 8,9, y 10

PROCESO	DESC. PROCESO	PARTIDAS		UND	METRADO	P.U.	AÑO 2017		AÑO 2018		
							NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
							mes 04	mes 05	mes 06	mes 07	mes 08
PROCESO 09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						-	-	-	-	-
		02.03.03.02	PLACAS INCLINADAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	148.27	120.61	51.89	44.48	44.48	-	7.41
		02.03.04.02	MUROS DE CONTENCIÓN: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	659.08	51.40	593.17	65.91	-	-	-
		02.03.05.02	COLUMNAS RECTAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,664.02	48.87	582.41	499.21	499.21	-	83.20

Figura 3.6: Cantidades programadas por mes del proceso 09 - Encofrado y desencofrado (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo)

Después valorizamos las cantidades programadas y obtenemos el costo programado por mes del proceso.

PROCESO	DESC. PROCESO	PARTIDAS		UND	METRADO	P.U.	AÑO 2017		AÑO 2018		
							NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
							mes 04	mes 05	mes 06	mes 07	mes 08
PROCESO 09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						65,210.26	33,148.72	29,761.05	-	4,960.18
		02.03.03.02	PLACAS INCLINADAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	148.27	120.61	6,258.99	5,364.85	5,364.85	-	894.14
		02.03.04.02	MUROS DE CONTENCIÓN: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	659.08	51.40	30,489.04	3,387.67	-	-	-
		02.03.05.02	COLUMNAS RECTAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,664.02	48.87	28,462.23	24,396.20	24,396.20	-	4,066.03

Figura 3.7: Costo programado por mes del proceso 09 – Encofrado y desencofrado. FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Toda esta información se plasma en el formato de control de avance y costos por procesos, el cual muestra la producción o avance mensual y acumulado programado, así como los costos unitarios mensuales y acumulados programados del proceso. Así mismo la información con que se trabajará serán los metrados acumulados y costos acumulados. (Ver anexo 9).

3.5.1 Elaboración del Avance Programado por mes del Proyecto

Como el control de la planificación se realizará por mes, se elaboró la programación mensual del proyecto en escala de meses, con los costos porcentajes de avance programados por procesos por mes, así se podrá realizar el respectivo seguimiento y control con lo realmente ejecutado. Como el proyecto tendrá una duración de 12 meses calendario según Expediente Técnico, y la ejecución del casco estructural como se

observa culmina hasta el octavo mes de ejecución según lo programado se tiene entonces el siguiente programa.

PROCESO	DESCRIP	PRESUP. BASE	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
			AÑO 2017						AÑO 2018						
PROCESO 01	CONSTRUC. PROVISIONALES	14,921.10	12,831.10	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00	
PROCESO 02	TRABAJOS PRELIMINARES	23,203.93	19,195.96	3,249.01	75.90	75.90	75.90	75.90	75.90	75.90	75.90	75.90	75.90	75.90	
PROCESO 03	EXCAVACIONES	37,720.61		31,708.42	6,012.19										
PROCESO 21	RELLENOS	19,894.83			3,978.97	1,989.48	11,936.90	1,989.48							
PROCESO 04	SUB ZAPATAS	28,931.14		11,572.46	17,358.68										
PROCESO 20	CIM SOBRE CIM	29,031.30						6,201.52	11,612.52	11,217.26					
PROCESO 22	FALSO PISO	35,988.92									18,815.21	17,173.71			
PROCESO 23	VEREDAS	13,641.37											6,730.04	6,911.34	
PROCESO 05	ACERO ESTRUCTURAL	76,911.21			73,421.29	7,344.44									
PROCESO 06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	24,481.45			17,137.02	41,470.16									
PROCESO 07	CONCRETO ARMADO	69,116.93			27,646.77	41,470.16									
PROCESO 08	ACERO ESTRUCTURAL	138,772.80			27,081.07	46,411.95	32,303.14	27,638.80	-	5,337.84					
PROCESO 09	ENCOFRADO	133,080.21				65,210.26	33,148.72	29,761.05	-	4,960.18					
PROCESO 10	CONCRETO ARMADO	112,603.01				54,363.88	-	28,343.51	25,624.82	4,270.80					
PROCESO 12	ENCOFRADO	142,890.56				17,958.26	27,675.78	41,681.36	41,681.36	13,893.79					
PROCESO 11	ACERO ESTRUCTURAL	185,019.75				4,592.64	56,279.62	53,206.07	53,206.07	17,735.36					
PROCESO 13	CONCRETO ARMADO	94,027.45					38,883.69	25,492.91	25,492.91	4,157.94					
PROCESO 15	ENCOFRADO	1,410.74								1,410.74					
PROCESO 14	ACERO ESTRUCTURAL	1,250.38								1,250.38					
PROCESO 16	CONCRETO ARMADO	635.08								635.08					
PROCESO 17	ACERO ESTRUCTURAL	16,191.37					1,576.43	3,302.34	4,729.28	4,873.77	1,704.56				
PROCESO 18	ENCOFRADO	38,994.52						11,766.56	11,766.56	7,793.90	7,662.59				
PROCESO 19	CONCRETO ARMADO	14,374.40						4,378.55	3,914.96	3,073.56	3,007.33				
PROCESO 24	SEGURIDAD Y SALUD	24,286.86													
PROCESO 25	OTROS	20,126.76												20,126.76	
COSTO DIRECTO (ESTRUCTURAS)			32,027.06	71,879.97	173,437.83	240,142.92	202,606.12	234,563.99	178,767.26	80,886.49	31,455.50	17,439.61	6,995.93	27,303.99	
GASTOS GENERALES			8.60%	2,754.33	6,181.68	14,915.65	20,652.29	17,424.13	20,172.50	15,373.98	6,956.24	2,705.17	1,499.81	601.65	2,348.14
GASTOS DE SUPERVISION			3.50%	1,120.95	2,515.80	6,070.32	8,405.00	7,091.21	8,209.74	6,256.85	2,831.03	1,100.94	610.39	244.86	955.64
GASTOS DE LIQUIDACION			0.80%	256.22	575.04	1,387.50	1,921.14	1,620.85	1,876.51	1,430.14	647.09	251.64	139.52	55.97	218.43
GASTOS DE EXPEDIENTE TECNICO			1.80%	576.49	1,293.84	3,121.88	4,322.57	3,646.91	4,222.15	3,217.81	1,455.96	566.20	313.91	125.93	491.47
GASTOS DE ADMINISTRACION, SEGUIMIENTO			0.40%	128.11	287.52	693.75	960.57	810.42	938.26	715.07	323.55	125.82	69.76	27.98	109.22
COSTO INDIRECTO			195,923.51	4,836.09	10,853.88	26,189.11	36,261.58	30,593.52	35,419.16	26,993.86	12,213.86	4,749.78	2,633.38	1,056.39	4,122.90
SUB TOTAL			1,493,430.19	36,863.15	82,733.85	199,626.94	276,404.50	233,199.65	269,983.16	205,761.12	93,100.35	36,205.28	20,072.99	8,052.32	31,426.89
TOTAL ACUMULADO			1,493,430.19	36,863.15	119,596.99	319,223.94	595,628.44	828,828.09	1,098,811.24	1,304,572.36	1,397,672.71	1,433,877.99	1,453,950.98	1,462,003.30	1,493,430.19
PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL			2.47%	5.54%	13.37%	18.51%	15.62%	18.08%	13.78%	6.23%	2.42%	1.34%	0.54%	2.10%	
PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO			2.47%	8.01%	21.38%	39.88%	55.50%	73.58%	87.35%	93.59%	96.01%	97.36%	97.90%	100.00%	

Figura 3.8: programación mensual por procesos – Estructuras obra Ing. Minas
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.6 CÁLCULO DE COSTOS DIRECTOS

Para el control de costos, la información de los costos reales se obtuvo de los informes que realiza el área administrativa y el almacén de obra; cuyos costos se dividen en los siguientes rubros.

3.6.1 Materiales

Aquellos materiales que están destinados a ser parte de la obra, incluidos en el costo directo. La información del costo de este rubro se recogió del reporte de almacén, donde se realiza el control tanto de ingreso como salida de materiales, los cuales están con su precio unitario debidamente valorizados; se utiliza la valorización de salida de materiales a obra.

Tabla 3.10: Costo de materiales

CODIGO :		00664										septiembre-2017			
OBRA :		RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ACADÉMICO Y DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN DE PREGRADO DE LA I										DEL : 01-sep-17		AL: 30-sep-17	
Nro.	CODIGO	M A T E R I A L Descripción	Unid. Med	O/C	P_U	SALDO INICIAL		Mov. Físico		Mov. Financiero		Saldo Físico - Fro.			
						Cant	Valor	Ingreso	Salida	DEBE	HABER	Cant.	Valor		
MATERIALES															
1	262224	BARRA PARA CONSTRUCCION DE 1/4 X 9M GF	UNIDAD	00859-17	5.80	1,200.00	6,960.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,200.00	6,960.00		
2	262224	CLAVO PARA MADERA C/C 3° PRODAC	KILO	01084-17	3.70	1,470.00	5,439.00	0.00	10.00	0.00	37.00	1,460.00	5,402.00		
3	262224	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 08 M/PRODA	KILO	01128-17	3.40	2,050.00	6,959.75	0.00	0.00	0.00	0.00	2,050.00	6,959.75		
4	262224	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16 M/PRODA	KILO	01128-17	3.40	2,700.00	9,166.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2,700.00	9,166.50		
5	262224	CLAVO DE CALAMINA	KILO	01083-17	5.50	25.00	137.50	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	137.50		
6	262224	CLAVO PARA MADERA C/C 2 1/2 M/PRODAC	KILO	01086-17	3.60	0.00	0.00	25.00	5.00	90.00	18.00	20.00	72.00		
7	262224	CLAVO PARA MADERA C/C 4 M/PRODAC	KILO	01086-17	3.60	0.00	0.00	50.00	10.00	180.00	36.00	40.00	144.00		
8	262224	ALAMBRE GALVANIZADO N 14 S/M	KILO	01086-17	6.50	0.00	0.00	100.00	0.00	650.00	0.00	100.00	650.00		
9	262224	TRIPLAY LUPUNA DE 1.22MX 2.44MX18MM	PLANCHA	01446-17	101.88	0.00	0.00	250.00	0.00	25,470.00	0.00	250.00	25,470.00		
10	262224	MADERA AGUANO DE 1 1/2"X8"X10' PIES	PIEZA	01455-17	49.00	0.00	0.00	700.00	100.00	34,300.00	4,900.00	600.00	29,400.00		
11	262224	MADERA AGUANO DE 3" X 2" X 10' PIES	PIEZA	01450-17	24.50	0.00	0.00	400.00	100.00	9,800.00	2,450.00	300.00	7,350.00		
12	262224	MADERA AGUANO DE 3" X 4" X 10' PIES	PIEZA	01458-17	49.00	0.00	0.00	400.00	100.00	19,600.00	4,900.00	300.00	14,700.00		
13	262224	CEMENTO PORTLAND TIPO IP X 42.5 KG	BOLSA	01475-17	21.49	0.00	0.00	3,000.00	277.00	64,470.00	5,952.73	2,723.00	58,517.27		
14	262224	AGREGADO GRUESO	M3	01374-17	35.06	0.00	0.00	51.00	0.00	1,788.06	0.00	51.00	1,788.06		
TOTAL MATERIALES						28,662.75				156,348.06	18,293.73		166,717.08		

FUENTE: Información área administrativa de la obra Ing. Minas UNA.

3.6.2 Equipos y/o Herramientas

Es el costo que se realiza por la adquisición de equipos y/o herramientas para la ejecución de las diversas partidas del proyecto; los cuales se pueden visualizar en el informe de almacén, considerando la valorización de salida de equipos y herramientas. Se considera también en este rubro la contratación de servicios de maquinaria para demolición, excavación, eliminación, etc. Cuya información se recogió de los informes financieros realizados por el área administrativa del proyecto.

Tabla 3.11: Costo de equipos y herramientas

CODIGO :		00664										septiembre-2017			
OBRA :		RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ACADÉMICO Y DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN DE PREGRADO DE LA I										DEL : 01-sep-17		AL: 30-sep-17	
Nro.	CODIGO	M A T E R I A L Descripción	Unid. Med	O/C	P_U	SALDO INICIAL		Mov. Físico		Mov. Financiero		Saldo Físico - Fro.			
						Cant	Valor	Ingreso	Salida	DEBE	HABER	Cant.	Valor		
HERRAMIENTAS															
1	262224	CARRETILLA BUGGIE TUBULAR M/TRUPER	UNIDAD	01083-17	155.00	20.00	3,100.00	0	0	0.00	0.00	20.00	3,100.00		
2	262224	PICO MANGO DE MADERA TRUPER	UNIDAD	01083-17	27.00	10.00	270.00	0	10	0.00	270.00	0.00	0.00		
3	262224	PALA CUCHARA REDONDA M/TRUPER	UNIDAD	01086-17	24.00	-	0.00	20	20	480.00	480.00	0.00	0.00		
TOTAL HERRAMIENTAS						3,370.00		480.00	750.00		3,100.00				
VESTUARIO															
1	262224	ZAPATO DE SEGURIDAD MODELO BULLDOZE	PAR	01082-2017	63.90	0.00	0.00	40	22	2,556.00	1,405.80	18.00	1,150.20		
2	262224	GUANTES DE JEBE N° 9 Y 8 CALIBRE 35 M/PR	PAR	01082-2017	9.69	0.00	0.00	100	0	969.00	0.00	100.00	969.00		
3	262224	CHALECO DE SEGURIDAD COLOR PLOMO	UNIDAD	01082-2017	19.99	0.00	0.00	40	22	799.60	439.78	18.00	359.82		
4	262224	CASCO DE SEGURIDAD TIPO JOCKEY	UNIDAD	01082-2017	7.20	0.00	0.00	40	22	288.00	158.40	18.00	129.60		
5	262224	MAMELUCO DE DRILL NACIONAL PESADO CO	UNIDAD	01082-2017	59.99	0.00	0.00	40	23	2,399.60	1,379.77	17.00	1,019.83		
6	262224	CUBRE NUCAS PARA ADOSAR A CASCO DE SI	UNIDAD	01082-2017	7.99	0.00	0.00	40	22	319.60	175.78	18.00	143.82		
7	262224	LENTE DE SEGURIDAD	UNIDAD	01079-17	5.00	0.00	0.00	100	0	500.00	0.00	100.00	500.00		
8	262224	GUANTE DE CARNAZA USO INDUSTRIAL	PAR	01079-17	10.40	0.00	0.00	50	0	520.00	0.00	50.00	520.00		
9	262224	GUANTE DE LONA CON PALMA DE PVC	PAR	01079-17	5.50	0.00	0.00	250	0	1,375.00	0.00	250.00	1,375.00		
10	262224	BOTAS DE CONSTRUCCION DE JEBE	PAR	01079-17	70.00	0.00	0.00	30	0	2,100.00	0.00	30.00	2,100.00		
11	262224	ARNEZ DE SEGURIDAD MIKAMASA	UNIDAD	01079-17	380.00	0.00	0.00	3	0	1,140.00	0.00	3.00	1,140.00		
12	262224	PONCHO IMPERMEABLE CON CAPUCHA PARA	UNIDAD	01079-17	27.00	0.00	0.00	40	0	1,080.00	0.00	40.00	1,080.00		
13	262224	CHALECO ACOLCHADO TRANSPIRABLE PARA	UNIDAD	01192-17	70.00	0.00	0.00	2	2	140.00	140.00	0.00	0.00		
14	262224	ZAPATO DE SEGURIDAD PARA ARQUITECTO I	PAR	01192-17	400.00	0.00	0.00	2	2	800.00	800.00	0.00	0.00		
TOTAL VESTUARIO						0.00		14,986.80	4,499.53		0.00		10,487.27		

FUENTE: Información área administrativa de la obra Ing. Minas UNA.

3.6.3 Mano de Obra

Es el costo incurrido en la mano de obra del personal obrero, este rubro se obtiene de los reportes de planillas de personal, el cual es controlado por el área administrativa; los cuales se incluyen los beneficios sociales, pago de seguros y otros. Se tiene un ejemplo de reporte de costo de la planilla de mano de obra.

Tabla 3.12: Costo de la mano de obra

CODIGO : 000664		MES : SETIEMBRE - 2017							
OBRA : RECUPERACION DEL SERVICIO ACADEMICO Y APOYO A LA INVESTIGACION DE PREGRADO									
DE LA FACULTAD DE INGENIERIAS DE MINAS DE LA UNA-PUNO									
Nº	Doc.	Apellidos		Nombres	CARGO	NIVEL	Dias	Jornal	Monto
	Identidad	Paterno	Materno		C		Trab.	Diario	Total
Costos Directos									47,174.90
01	01213531	APAZA	ZAPANA	NICOLAS	OFICIAL	C	30	61.75	1,852.50
02	44469706	APAZA	APAZA	DAVID	PEON	D	30	55.75	1,672.50
04	44529942	ARIAS	SOTELO	PERCY	OPERARIO	B	30	72.29	2,168.70
05	01344857	AROQUIPA	CCUNO	DEMETRIO	PEON	D	30	55.75	1,672.50
06	01262187	ASCENCIO	CRUZ	JUAN ZACARIAS	PEON	D	30	55.75	1,672.50
08	44045794	CAIRA	DIAZ	GILMAR RALF ALEXAI	PEON	D	30	55.75	1,672.50
09	04629787	CALCE	CONDORI	JOSE	OFICIAL	C	30	61.75	1,852.50
11	47647334	CANQUI	SUPO	JOAQUIN ERNESTO	PEON	D	30	55.75	1,672.50
12	71063378	CHURATA	TITO	ALEXANDER	PEON	D	30	55.75	1,672.50
13	71057775	CHURATA	TITO	ADALBERTO	PEON	D	30	55.75	1,672.50
17	42000999	CRUZ	ACERO	PERCY RAUL	PEON	D	30	55.75	1,672.50
18	47987065	CRUZ	APAZA	EDY EDUARDO	PEON	D	30	55.75	1,672.50
20	70064455	GUTIERREZ	QUISPE	FRANK PAUL	PEON	D	28	55.75	1,561.00
21	43275532	LLANOS	COAQUIRA	LEONARDO CONCEF	PEON	D	30	55.75	1,672.50
22	70143925	YERENA	PARIAPAZA	DONALDO EMILIO	PEON	D	30	55.75	1,672.50
22	01263357	MACHACA	GOMES	DANIL MARCOS	OFICIAL	C	28	61.75	1,729.00
23	43508242	MAMANCHURA	CRUZ	SAMUEL	PEON	D	30	55.75	1,672.50
25	01342348	MAYTA	QUISPE	RUBEN	OFICIAL	C	30	61.75	1,852.50
26	01339763	PONCE	YABAR	EDGAR	OFICIAL	C	30	61.75	1,852.50
28	43865336	QUILLA	RENGEL	JUAN HUMBERTO	OFICIAL	C	30	61.75	1,852.50
29	40033771	RODRIGUEZ	PEREZ	MANOLO	OPERARIO	B	30	72.29	2,168.70
30	01844068	SAGUA	ALANGUIA	VENANCIO ESTEBAN	PEON	D	30	55.75	1,672.50
31	07818113	TICONA	MENDOZA	FELIX	PEON	D	30	55.75	1,672.50
32	46759593	TIPO	LEOQUE	RONAL JOSE	PEON	D	30	55.75	1,672.50
33	71433812	VALDIVIA	QUISPE	JUAN	PEON	D	30	55.75	1,672.50
34	46986149	VALDIVIA	QUISPE	ABEL	OFICIAL	C	30	61.75	1,852.50
35	70033889	VILCA	ACHATA	LUIS ALBERTO	PEON	D	30	55.75	1,672.50

FUENTE: Área administrativa obra Ing. Minas UNA.

3.7 MEDICIÓN DE LOS RENDIMIENTOS Y/O PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

Para la medición de los rendimientos y productividad de mano de obra de los procesos constructivos de la obra, se anotó la cantidad de trabajadores que conforman la cuadrilla, así como el tiempo que ésta demanda para ejecutar un determinado trabajo, reflejado en el metrado ejecutado o volumen de trabajo realizado. Como se sabe, la productividad es la inversa de éste rendimiento, se utilizaron los datos de rendimientos

expresados por día de trabajo para el análisis y control estadístico de éste. Para el límite de especificación inferior, se consideró entre el rango de 40 a 60% de eficiencia en la productividad según Botero (2002). Siendo éste el 50% del rendimiento expresado en el expediente técnico.

Para realizar el análisis de la productividad de los procesos constructivos más incidentes en el proyecto se utilizó la técnica del muestreo de trabajo.

El muestreo de trabajo como técnica de la ingeniería de métodos puede aplicarse con éxito para resolver una gran variedad de problemas de todas las clases sobre todo actividades relacionadas con grupos de personas o equipos. Se puede definir al muestreo de trabajo como la técnica para el análisis en términos de tiempo de la actividad de hombres, máquinas o cualquier condición observable de operación (García, 2005).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DE LA PLANIFICACIÓN POR PROCESOS

4.1.1 Resultados del Avance de los procesos de la Obra

Se realizó el control del avance en la producción de los procesos de construcción establecidos, obteniendo la gráfica de avance programado acumulado versus el real ejecutado acumulado; en base a esto se obtuvo el indicador de desempeño de la planificación de los procesos, expresados en porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre la planificación y el control del avance de los procesos más incidentes que conforman la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la UNA Puno.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	SUB ZAPATAS
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 04
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	$(\text{Avance real Acum.} / \text{Avance Planificado Acum.}) * 100$
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

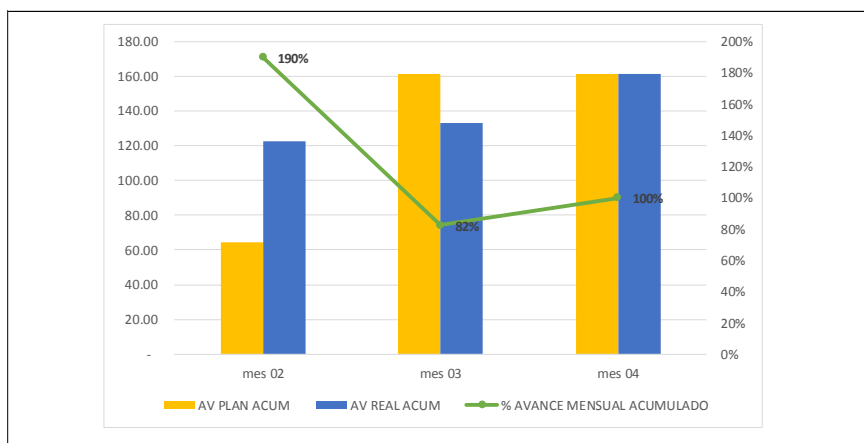


Figura 4.1: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 04
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Se observa que el porcentaje de avance ejecutado acumulado en todos los meses es mayor a 80%, siendo la producción mayor con respecto a lo programado; alcanzando la meta en el mes de 04, resultando un promedio de porcentaje de avance ejecutado acumulado de 124%.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	ACERO EN ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 05
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	$(\text{Avance real Acum.} / \text{Avance Planificado Acum.}) * 100$
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

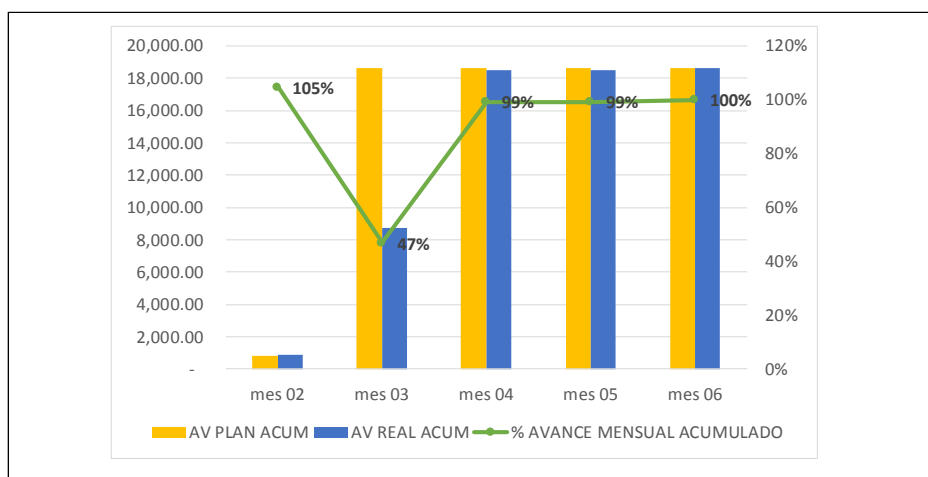


Figura 4.2: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 05
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 05 (acero en zapatas y vigas de cimentación), se observa que en el tercer mes de control obtuvo un porcentaje de avance ejecutado acumulado mensual menor al resultado planificado, sin embargo, se logra superar esto en los siguientes meses.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	ENCOFRADO Y DESENC. DE VIGAS DE CIMENTACIÓN
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 06
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	(Avance real Acum./Avance Planificado Acum.)*100
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

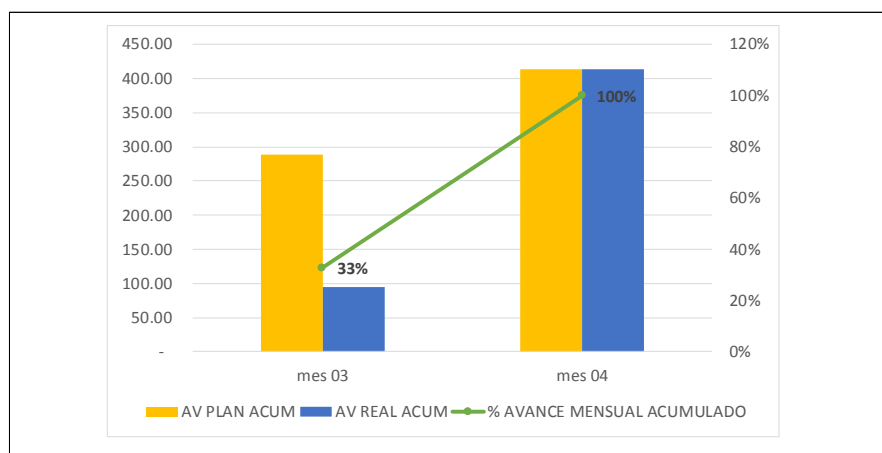


Figura 4.3: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 06
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 06 (encofrado de vigas de cimentación), se observa que, en el primer mes de control, obtuvo un porcentaje de avance ejecutado acumulado mensual menor al resultado planificado, sin embargo se logra superar esto al siguiente mes, cumpliéndose en su totalidad con el objetivo del proceso.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	CONCRETO ARMADO EN ZAPATAS Y VIGAS DE CIM.
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 07
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	(Avance real Acum./Avance Planificado Acum.)*100
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

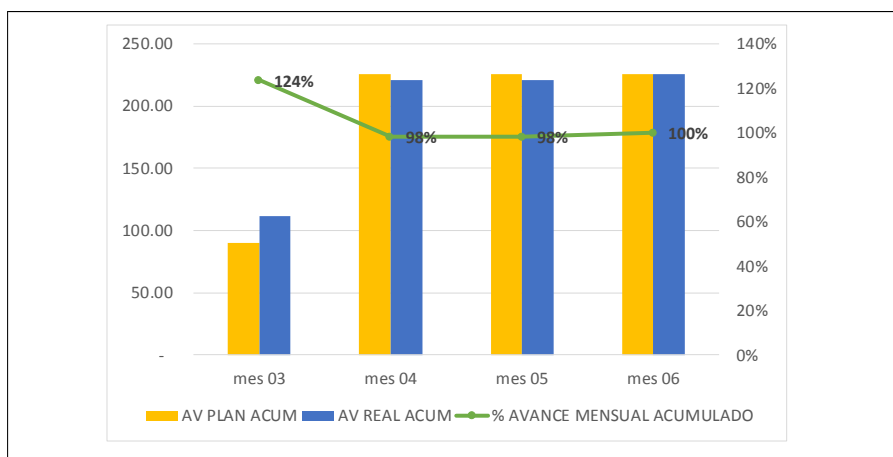


Figura 4.4: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 07

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 07 (concreto armado en zapatas y vigas de cimentación) el resultado fue que obtuvo un avance ejecutado acumulado mensual mayor al 80% (resultado planificado) en todos los meses, obteniendo indicadores satisfactorios para el proceso en mención.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	ACERO ESTRUCTURAL EN ELEMENTOS VERTICALES
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 08
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	$(\text{Avance real Acum.} / \text{Avance Planificado Acum.}) * 100$
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

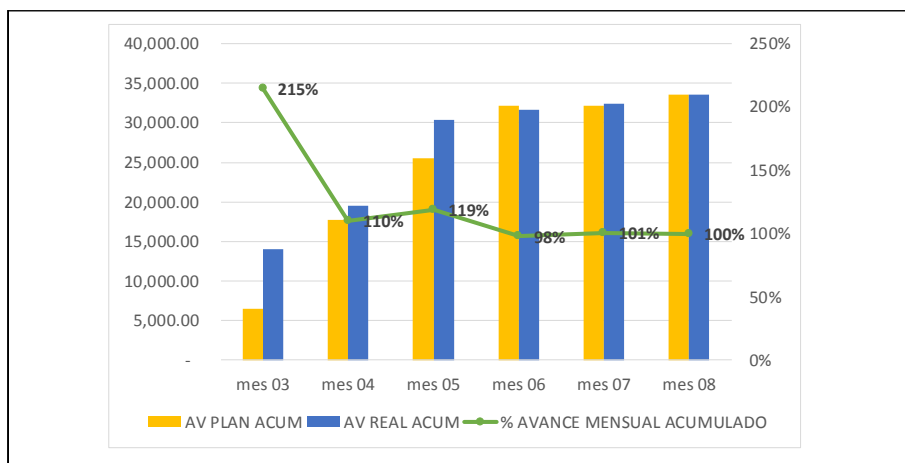


Figura 4.5: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 08
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 08 (acero estructural en elementos verticales) el resultado fue que obtuvo un avance ejecutado acumulado mensual mayor al 80% (resultado planificado) en todos los meses, obteniendo indicadores satisfactorios para el proceso en mención.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	ENCOFRADO Y DESENC. DE ELEMENTOS VERTICALES
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 09
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	(Avance real Acum./Avance Planificado Acum.)*100
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

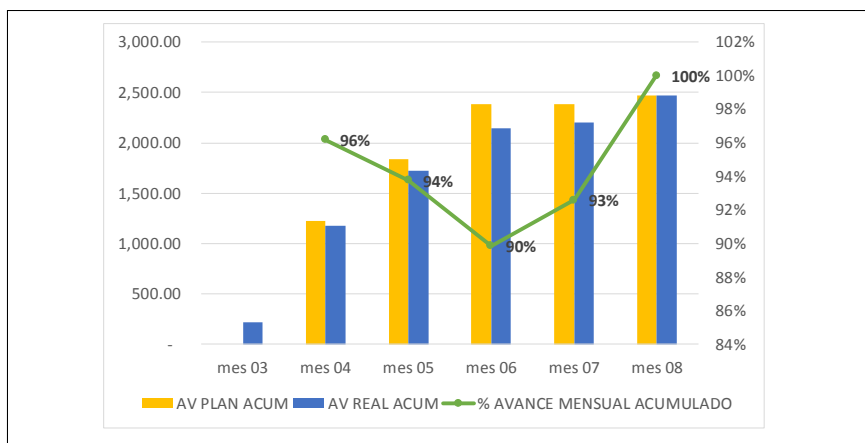


Figura 4.6: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 09
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 09 (encofrado y desencofrado de elementos verticales) el resultado fue que obtuvo un avance ejecutado acumulado mensual mayor al 80% (resultado planificado) en todos los meses, obteniendo indicadores satisfactorios para el proceso en mención.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	CONCRETO ARMADO EN ELEMENTOS VERTICALES
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 10
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	$(\text{Avance real Acum.} / \text{Avance Planificado Acum.}) * 100$
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

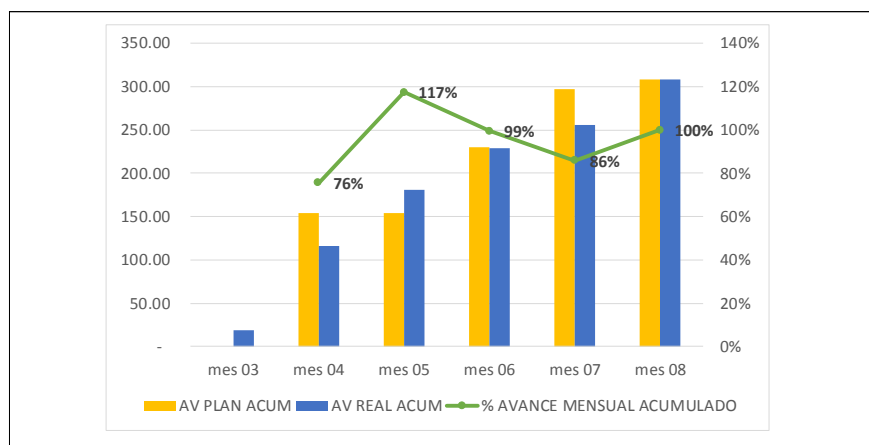


Figura 4.7: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 10
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 10 (concreto armado en elementos verticales), se observa que en el cuarto mes se obtuvo un porcentaje de avance ejecutado acumulado mensual menor al resultado planificado, sin embargo, se logra superar esto en los siguientes meses, logrando cumplir con el 100% de avance del proceso.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	ACERO ESTRUCTURAL EN ELEMENTOS HORIZONTALES
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 11
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	$(\text{Avance real Acum.} / \text{Avance Planificado Acum.}) * 100$
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

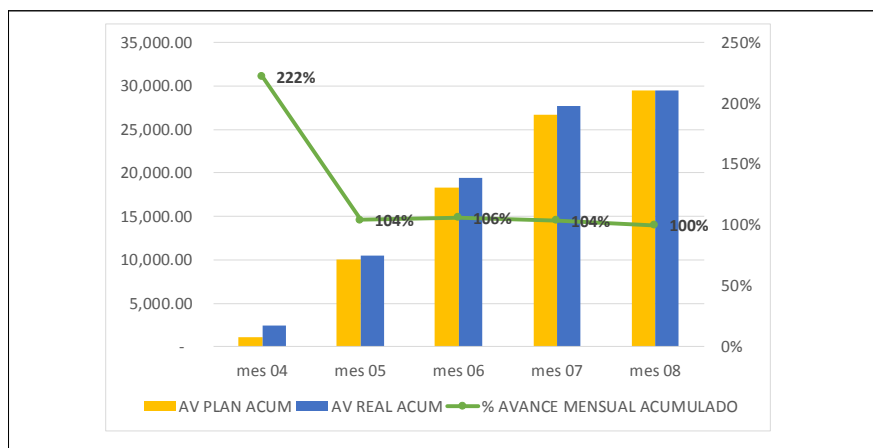


Figura 4.8: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 11
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 11 (Acero estructural en elementos horizontales) el resultado fue un avance ejecutado acumulado mensual mayor al 80% (resultado planificado) en todos los meses, obteniendo indicadores satisfactorios para el proceso en mención.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	ENCOFRADO DE ELEMENTOS HORIZONTALES
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 12
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	(Avance real Acum./Avance Planificado Acum.)*100
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

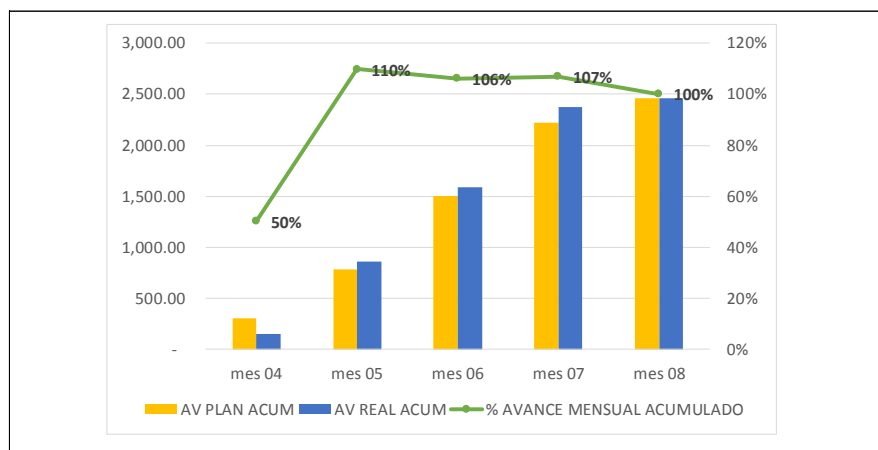


Figura 4.9: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 12
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 12 (encofrado de elementos horizontales), se observa que en el cuarto mes se obtuvo un porcentaje de avance ejecutado acumulado mensual menor al resultado planificado, sin embargo, se logra superar esto en los siguientes meses, logrando cumplir con el 100% de avance del proceso en mención.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	CONCRETO ARMADO EN ELEMENTOS HORIZONTALES
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 13
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	(Avance real Acum./Avance Planificado Acum.)*100
FUENTES DE INFORMACIÓN	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

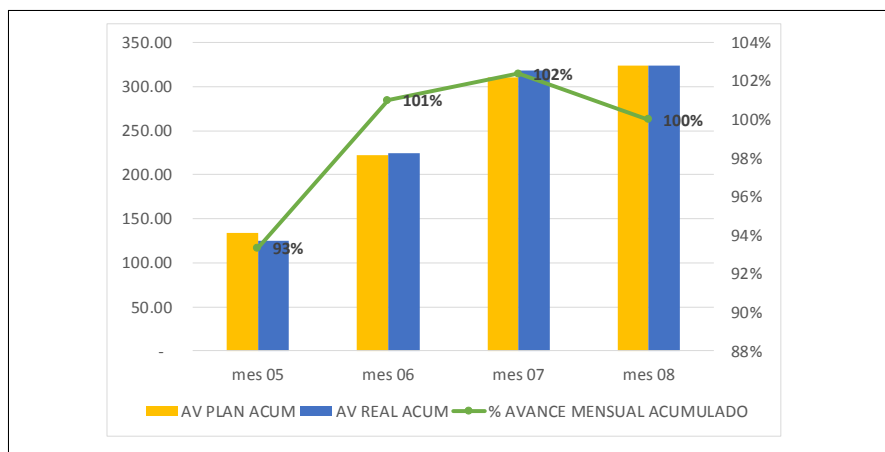


Figura 4.10: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 13
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 13 (concreto en elementos horizontales) el resultado fue un avance ejecutado acumulado mensual mayor al 80% (resultado planificado) en todos los meses, obteniendo indicadores satisfactorios para el proceso en mención.

OBRA ING. DE MINAS UNAP	CIMIENTOS CORRIDOS
FICHA DE INDICADOR	REFERENCIA: PROCESO 20
RESULTADO PLANIFICADO	Superar el 80% de avance ejecutado acumulado al mes
INDICADOR	Porcentaje de avance ejecutado acumulado al mes
FORMA DE CÁLCULO	$(\text{Avance real Acum.} / \text{Avance Planificado Acum.}) * 100$
FUENTES DE INFORMACION	Valorizaciones mensuales de obra
SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN	Gráfico mensual (se considera el avance mensual y % acumulado)

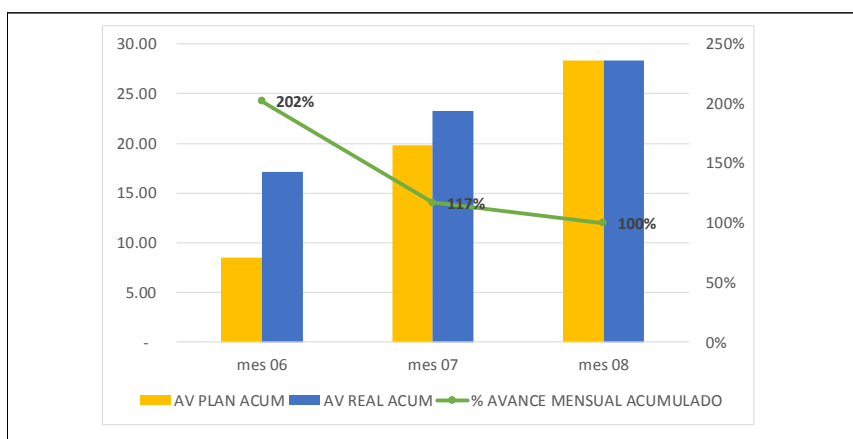


Figura 4.11: Porcentaje de avance mensual acumulado del proceso 20
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el proceso 20 (cimientos corridos) se observa que obtuvo un avance ejecutado acumulado mensual mayor al 80% (resultado planificado) en todos los meses, es decir, se tuvo una producción mayor a lo programado, obteniendo indicadores satisfactorios para el proceso en mención.

4.1.01 Análisis Estadístico de la Planificación por Procesos

Tabla 4.1: % Avance Físico Ejecutado acumulado por procesos – Obra Ing. Minas

PROCESOS	% DE AVANCE FÍSICO EJECUTADO ACUMULADO								PROMEDIO
	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	\bar{U}
PROCESO 04	190.00	82.00	100.00						124.00
PROCESO 05	105.00	47.00	99.00	99.00	100.00				90.00
PROCESO 06		33.00	100.00						66.50
PROCESO 07		124.00	98.00	98.00	100.00				105.00
PROCESO 08		215.00	110.00	119.00	98.00	101.00	100.00		123.83
PROCESO 09			96.00	94.00	90.00	93.00	100.00		94.60
PROCESO 10			76.00	117.00	99.00	86.00	100.00		95.60
PROCESO 11			222.00	104.00	106.00	104.00	100.00		127.20
PROCESO 12			50.00	110.00	106.00	107.00	100.00		94.60
PROCESO 13				93.00	101.00	102.00	100.00		99.00
PROCESO 20					202.00	117.00	100.00		139.67

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Número de datos	N	=	11
Media	\bar{U}	=	105.45
Desv. Estándar	S	=	21.1092
Sumatoria	Σ	=	1160.00
Mínimo	Min	=	66.50
Máximo	Max	=	139.67

4.2 DEL CONTROL DE LOS PROCESOS

4.2.1 Acero en Elementos Verticales

4.2.1.1 Acero en placas

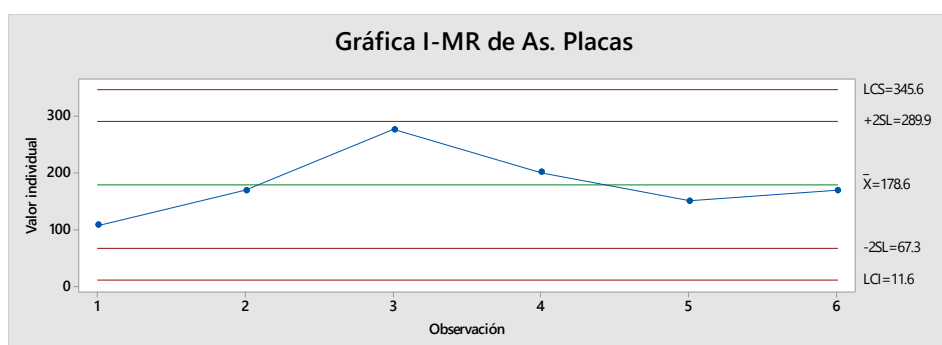


Figura 4.12: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - acero en placas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $\bar{x} \pm 3s$ respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 178.6kg/día en acero en placas. El proceso es estable respecto a su variación, sin embargo, no se aproxima al rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

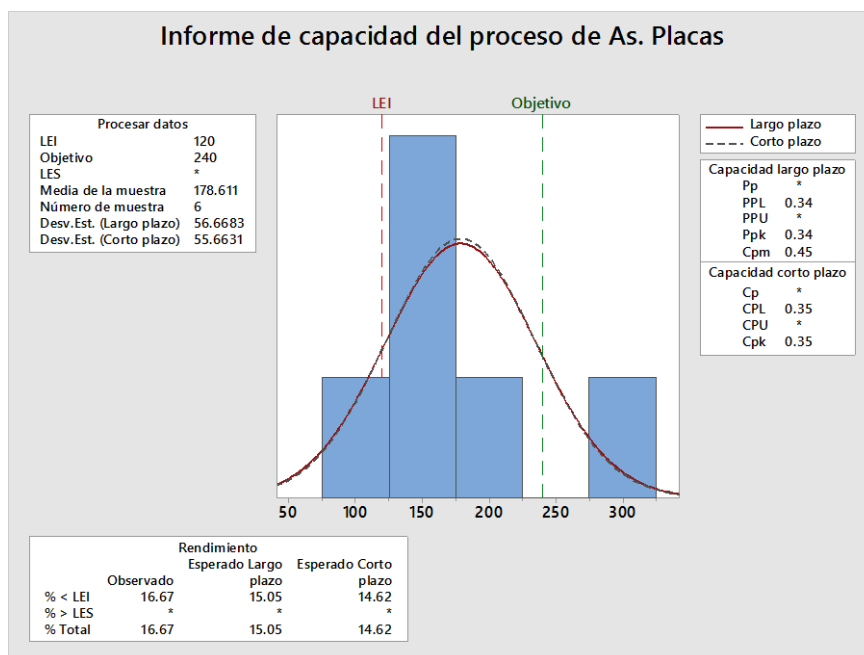


Figura 4.13: histograma y análisis de capacidad: acero en placas.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.34$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 90.44% de cumplimiento.

4.2.1.2 Acero en muros de contención

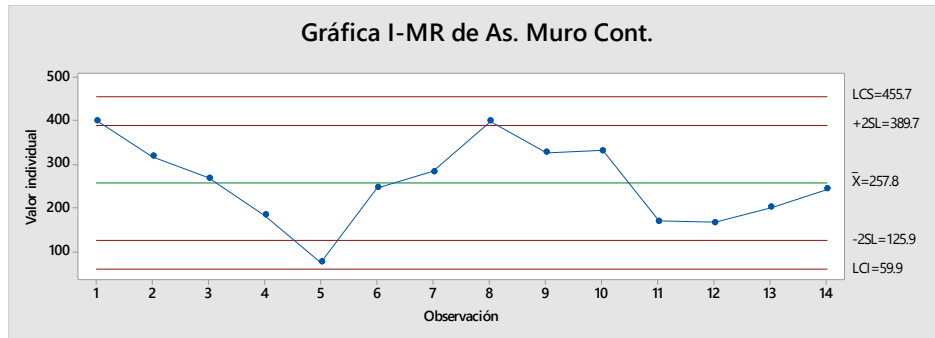


Figura 4.14: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - acero en muros de contención. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x-3s$, obteniendo un rendimiento promedio de 257.8 kg/día en acero en muros de contención. El proceso es estable respecto a su variación, muy aproximado o centrado al rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

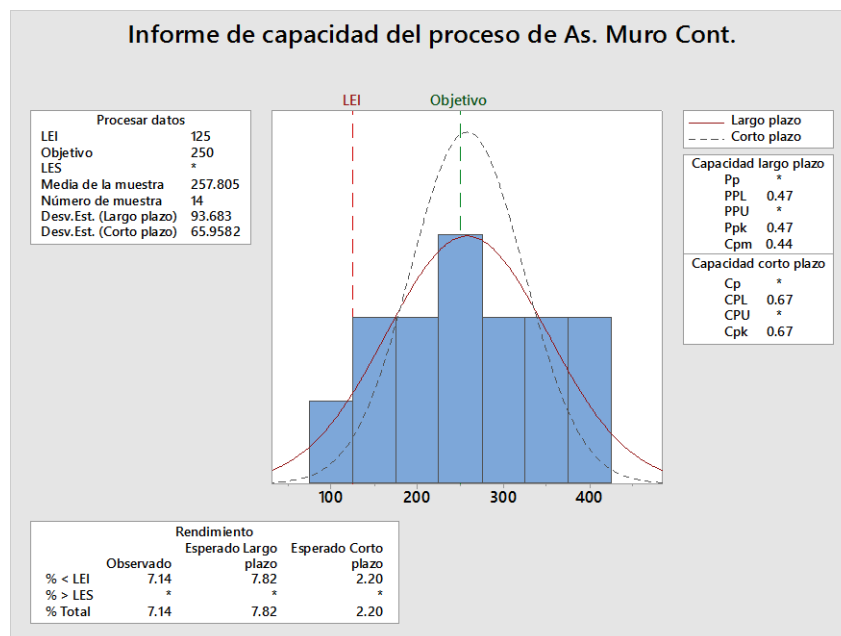


Figura 4.15: histograma y análisis de capacidad: acero en muros de contención. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.47$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 92.78% de cumplimiento. Se observa que un 7.14% de valores se encuentra por debajo de los límites de especificación inferior.

4.2.1.3 Acero en columnas

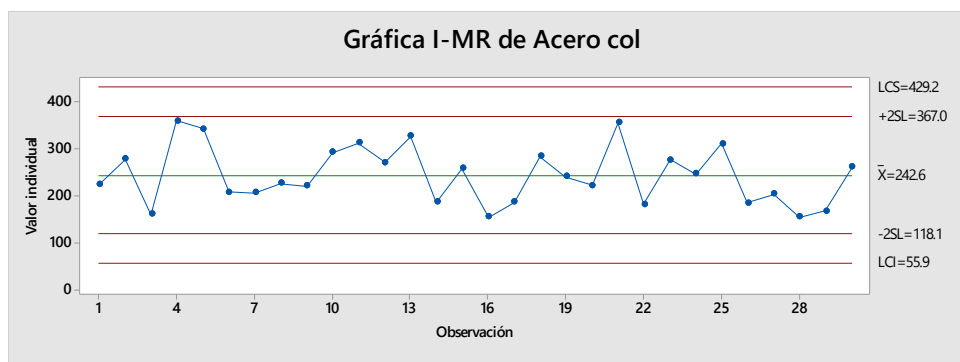


Figura 4.16: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - acero en columnas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y $LCI = \bar{x} - 3s$, obteniendo un rendimiento promedio de 242.60 kg/día en acero en columnas. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo promedio es ligeramente menor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

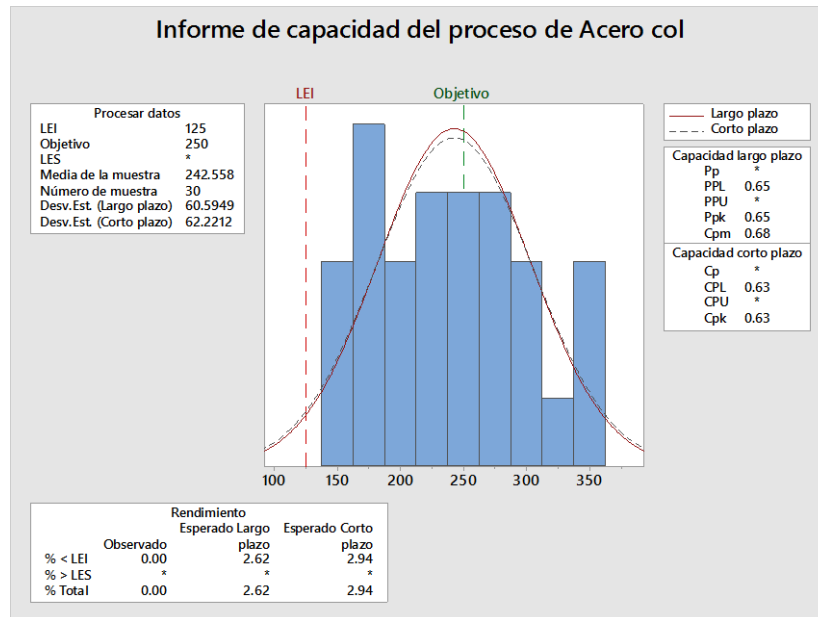


Figura 4.17: histograma y análisis de capacidad: acero en columnas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.65$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 97.50% de cumplimiento. Ningún valor se encuentra por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.2 Encofrado de Elementos Verticales

4.2.1.1 Encofrado de placas

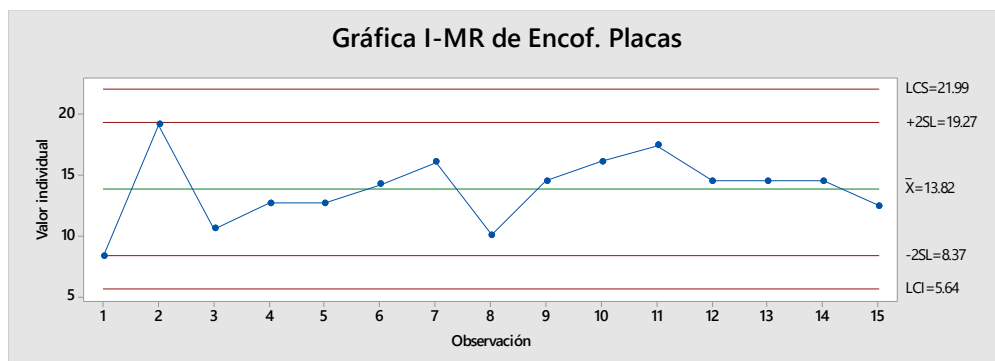


Figura 4.18: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - encofrado de placas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $\bar{x} \pm 3s$, obteniendo un rendimiento promedio de 13.82 m²/día en encofrado de placas. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo promedio es considerablemente mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

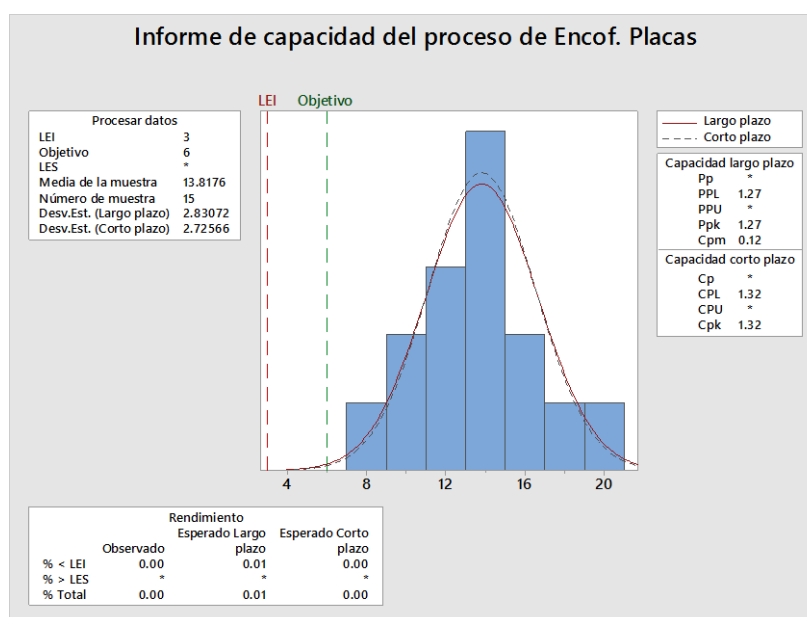


Figura 4.19: histograma y análisis de capacidad: Encofrado de placas.
(FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=1.27$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 99.97% de cumplimiento. Ningún valor se encuentra por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.1.2 encofrado en muros de contención

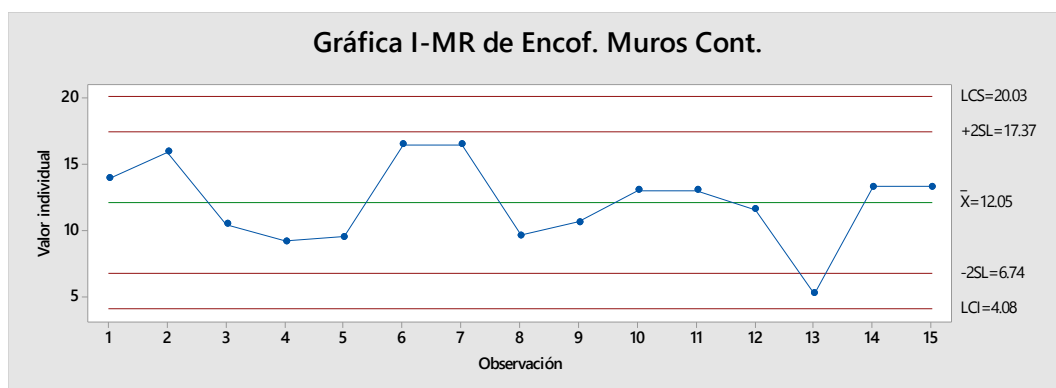


Figura 4.20: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de muros de contención. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 12.05 m²/día en encofrado de muros de contención. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo promedio es ligeramente mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

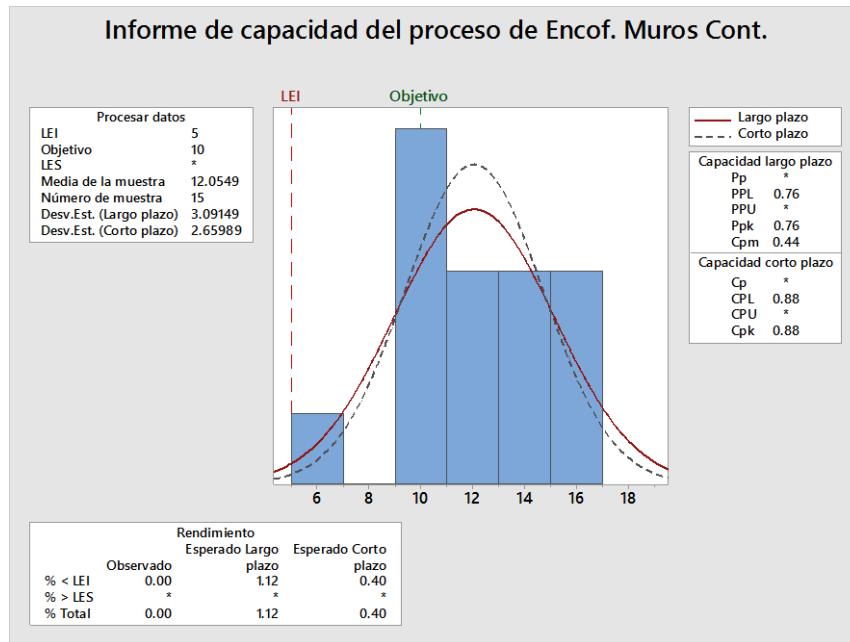


Figura 4.21: histograma y análisis de capacidad: encofrado de muros de contención. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.76$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 98.83% de cumplimiento. Ningún valor se encuentra por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.1.3 encofrado de columnas

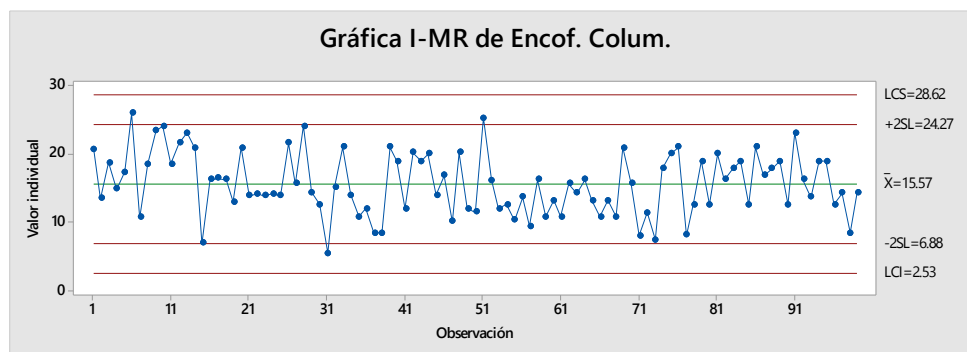


Figura 4.22: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - encofrado de columnas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 15.57 m²/día en encofrado de columnas. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo promedio es mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

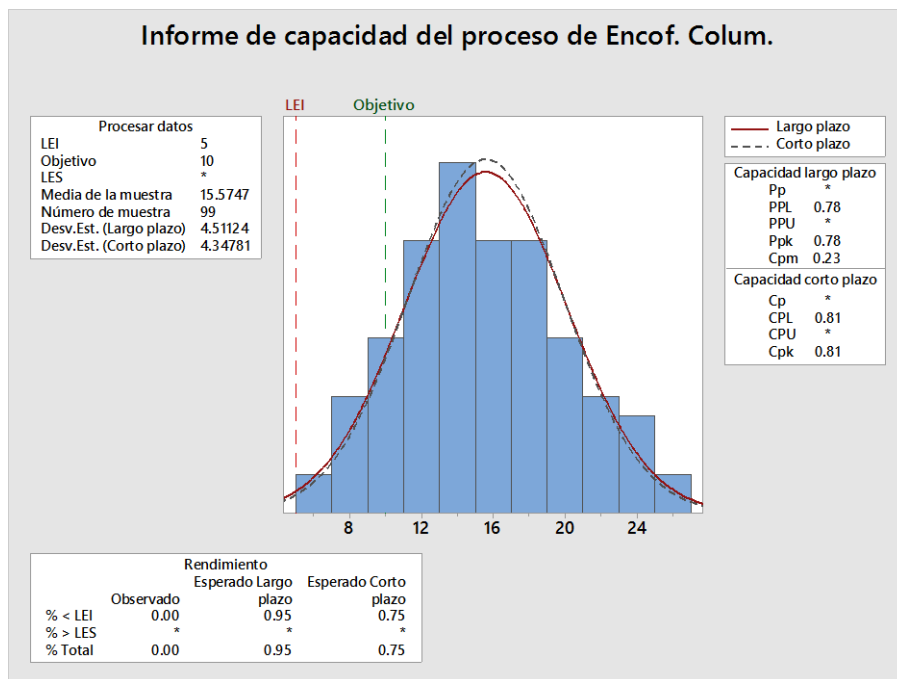


Figura 4.23: histograma y análisis de capacidad: encofrado de columnas.
(FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.76$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 99.00% de cumplimiento. Ningún valor se encuentra por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.3 Concreto en Elementos Verticales

4.2.3.1 Concreto en placas

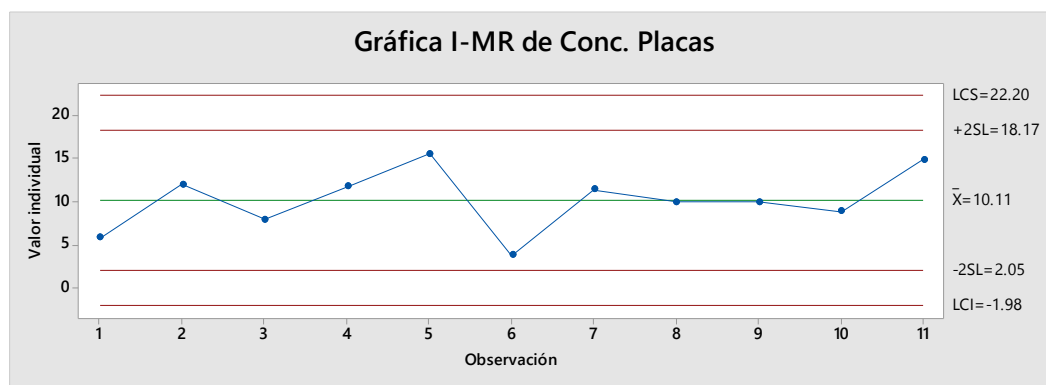


Figura 4.24: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - concreto en placas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 10.11 m³/día en concreto en placas. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo promedio es mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

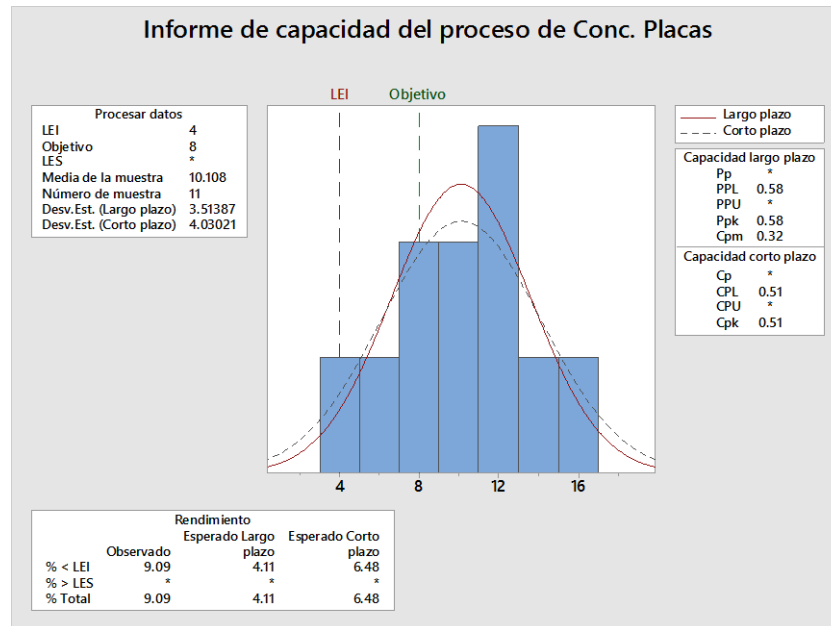


Figura 4.25: histograma y análisis de capacidad: concreto en placas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.58$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 96.00% de cumplimiento. Se observa que existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 9.09\%$.

4.2.3.2 Concreto en muros de contención

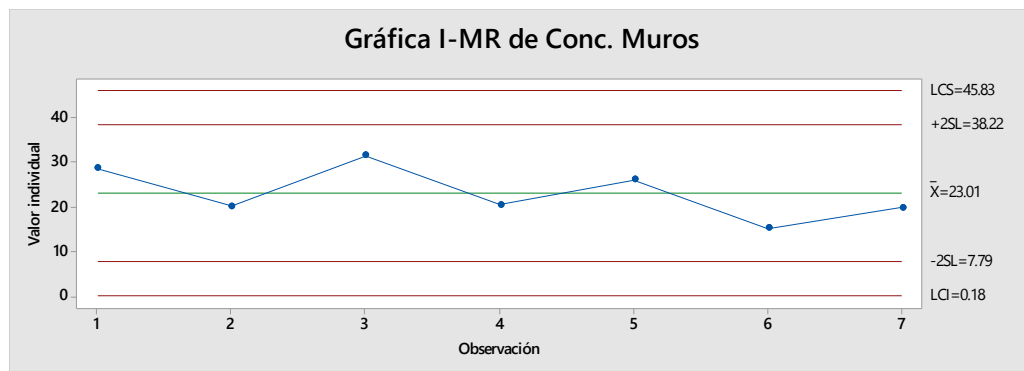


Figura 4.26: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - concreto en muros de contención. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 23.01 m³/día en concreto en muros de contención. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo promedio es considerablemente mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

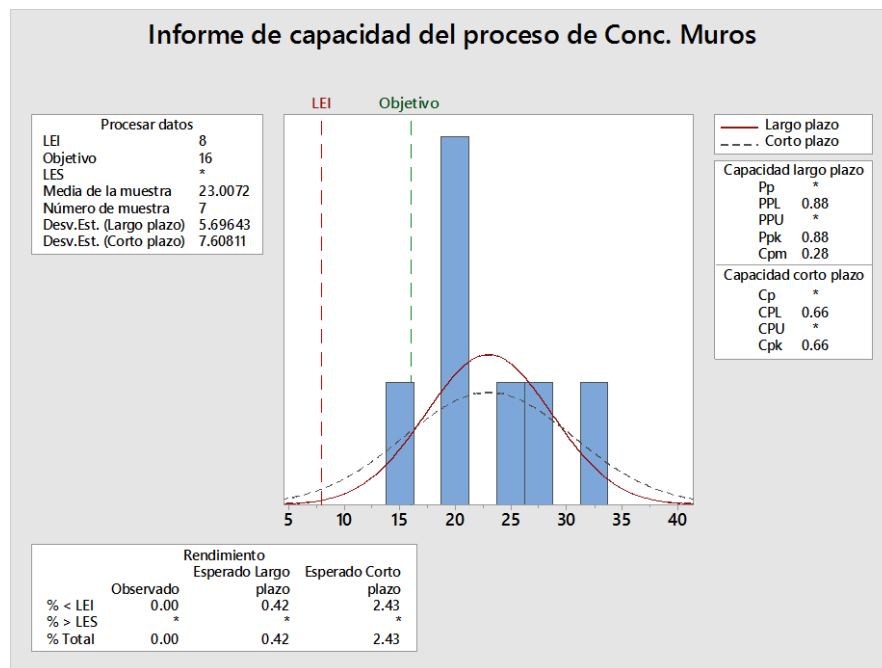


Figura 4.27: histograma y análisis de capacidad: concreto en muros de contención. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.88$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 99.50% de cumplimiento. Se observa que no existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.3.3 Concreto en columnas

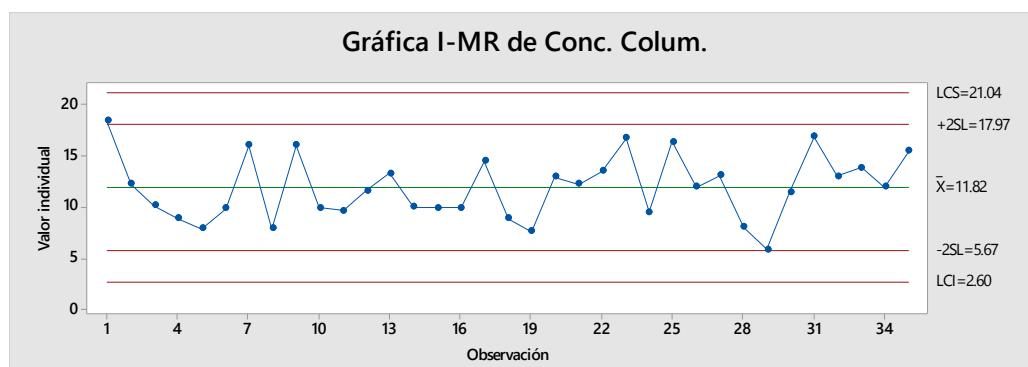


Figura 4.28: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra - concreto en columnas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 11.82 m³/día en concreto en columnas. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo promedio es ligeramente mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

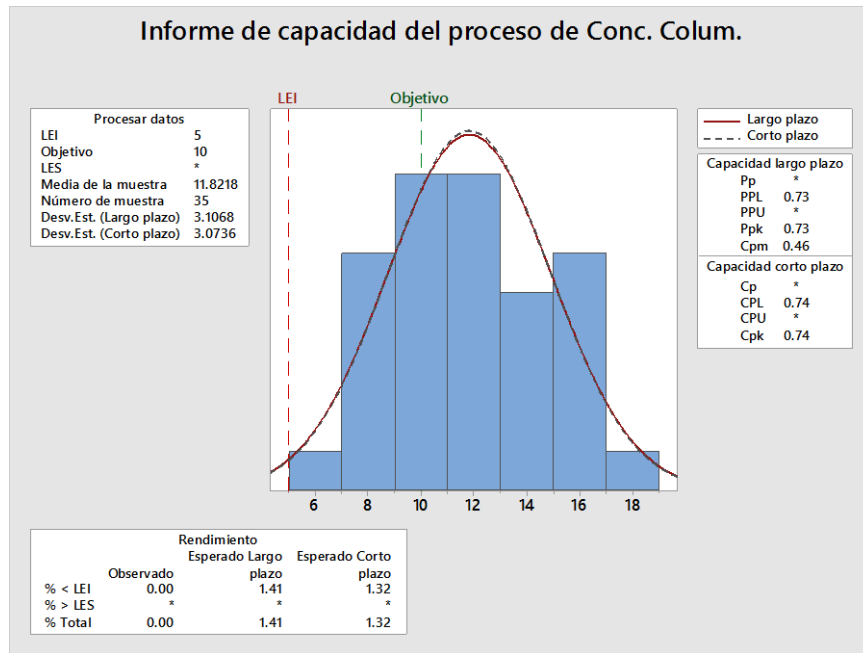


Figura 4.29: histograma y análisis de capacidad: concreto en columnas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.73$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 98.58% de cumplimiento. Se observa que no existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.4 Encofrado de Elementos Horizontales

4.2.4.1 Encofrado de vigas

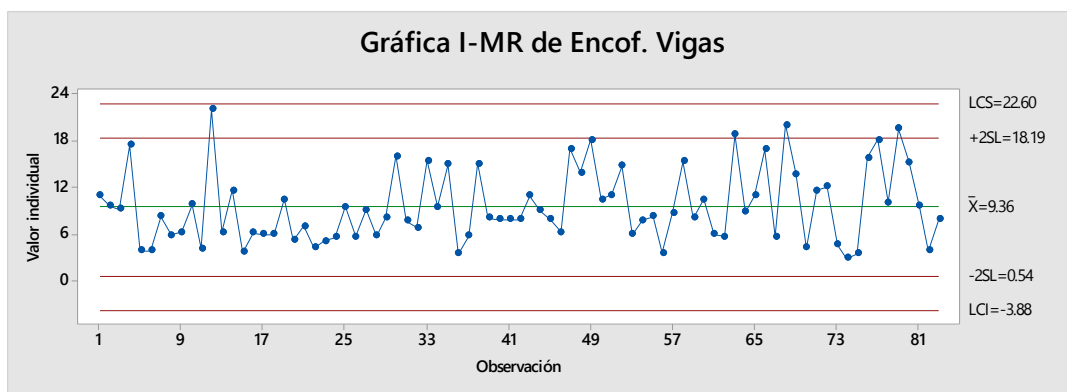


Figura 4.30: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de vigas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio de 9.36 m²/día en encofrado de vigas. El proceso fallo en un punto respecto a su variación (gráfica de rango), y el promedio del rendimiento de mano de obra es ligeramente mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

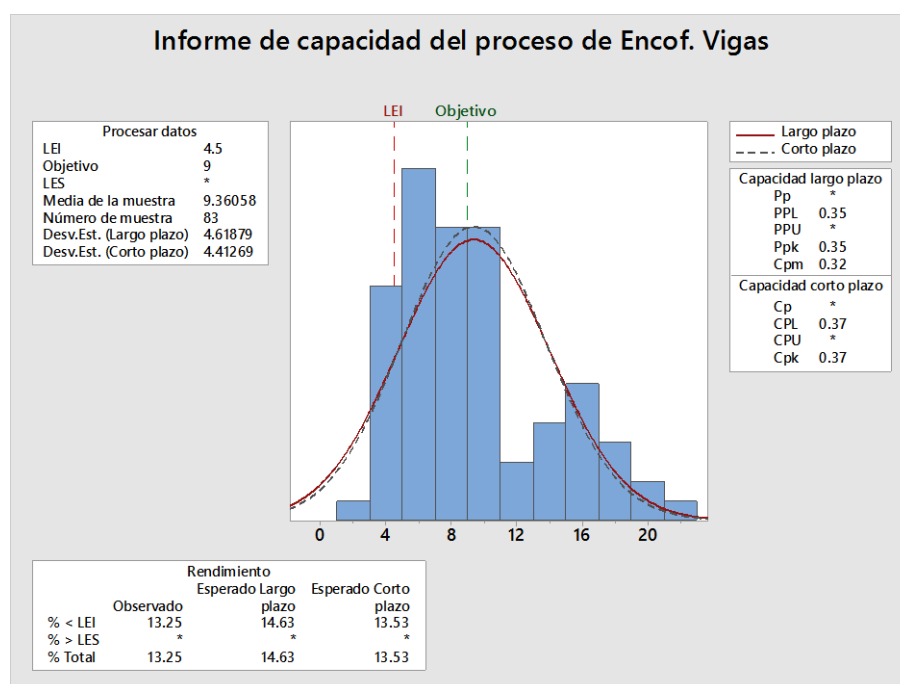


Figura 4.31: histograma y análisis de capacidad: encofrado de vigas.
(FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.35$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 90.62% de cumplimiento. Se observa que existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 13.25\%$.

4.2.4.2 Encofrado de losa aligerada

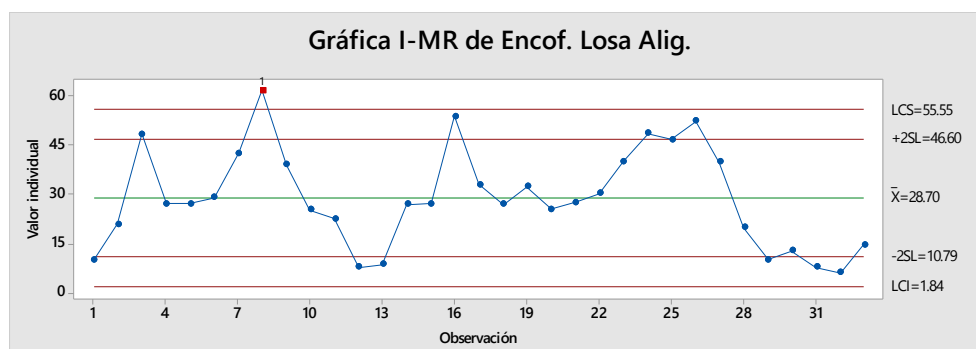


Figura 4.32: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de losa aligerada. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, salvo un valor, el cual no nos afecta porque sobrepasa el límite superior (mayor rendimiento por día). Obteniéndose un rendimiento promedio de 28.70 m²/día en encofrado de losa aligerada. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo rendimiento promedio es mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

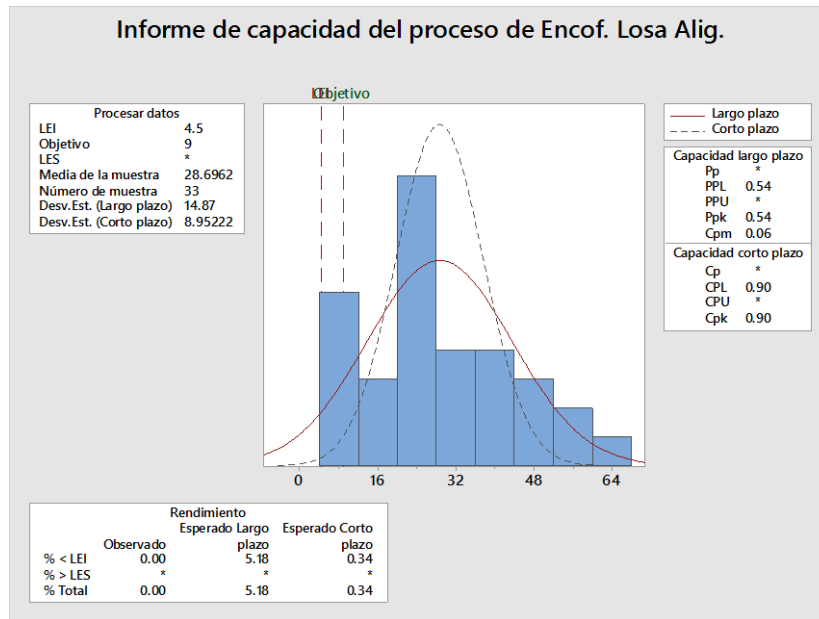


Figura 4.33: histograma y análisis de capacidad: encofrado de losa aligerada. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.54$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 94.57% de cumplimiento. Se observa que no existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.4.3 Encofrado de escaleras

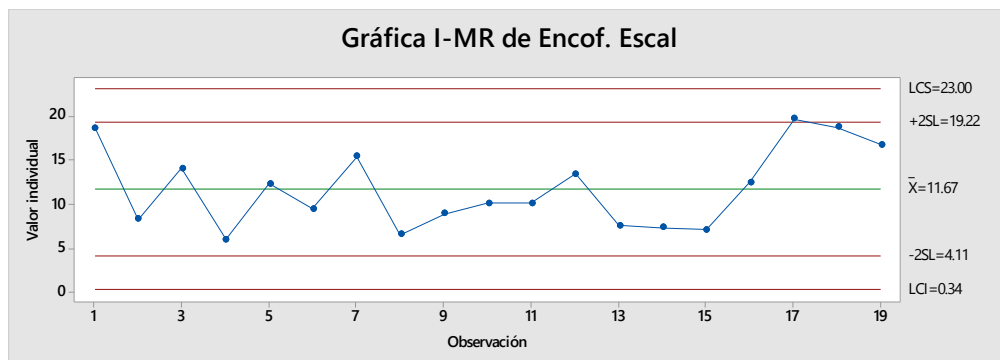


Figura 4.34: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – encofrado de escaleras. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $\bar{x} \pm 3s$ respectivamente, Obteniéndose un rendimiento promedio de 11.67 m²/día en encofrado de escaleras. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo rendimiento promedio es ligeramente menor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

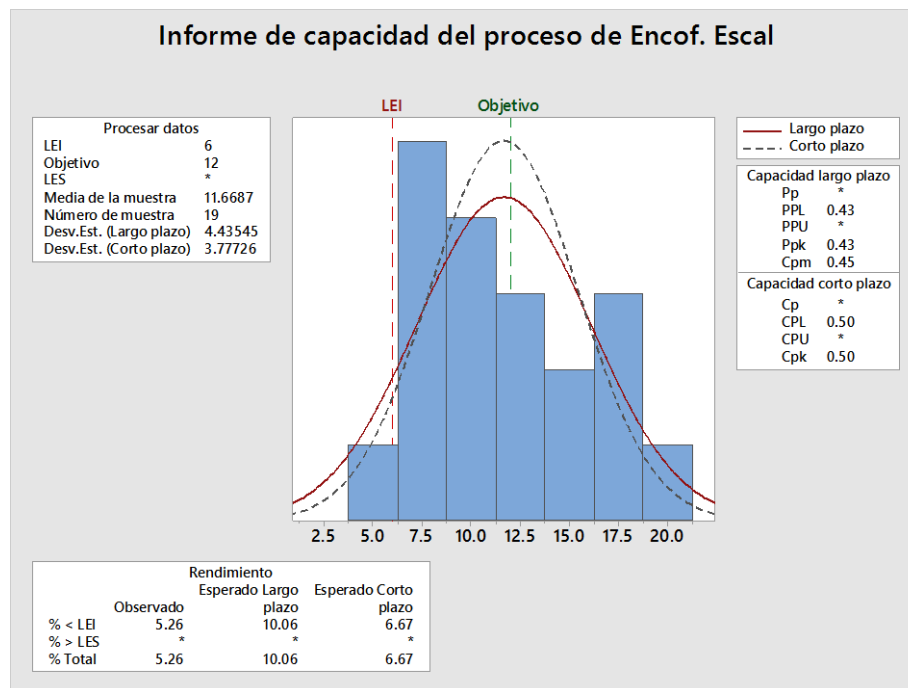


Figura 4.35: histograma y análisis de capacidad: rendimientos de mano de obra – encofrado de losa aligerada. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.43$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 92.06% de cumplimiento. Se observa que existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 5.26\%$.

4.2.5 Acero en Elementos Horizontales

4.2.5.1 Acero en vigas

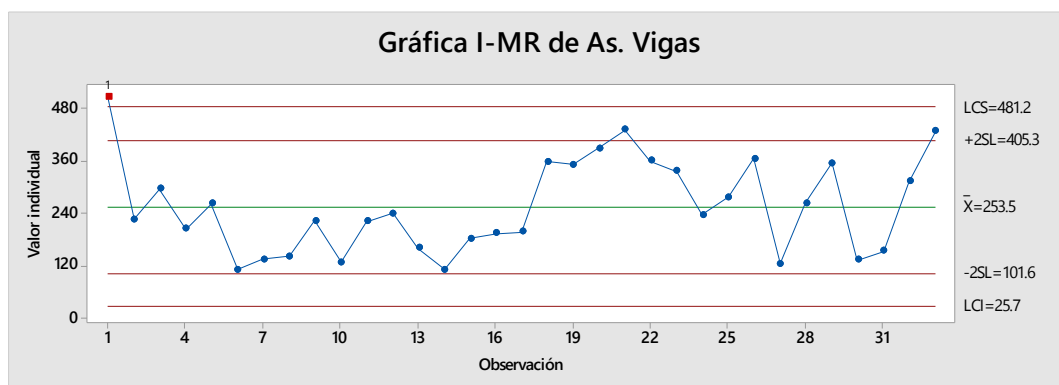


Figura 4.36: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – acero en vigas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, salvo un valor, el cual no nos afecta porque sobrepasa el límite superior (mayor rendimiento por día). Obteniéndose un rendimiento promedio de 253.5 kg/día en acero en vigas. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo rendimiento promedio es ligeramente mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

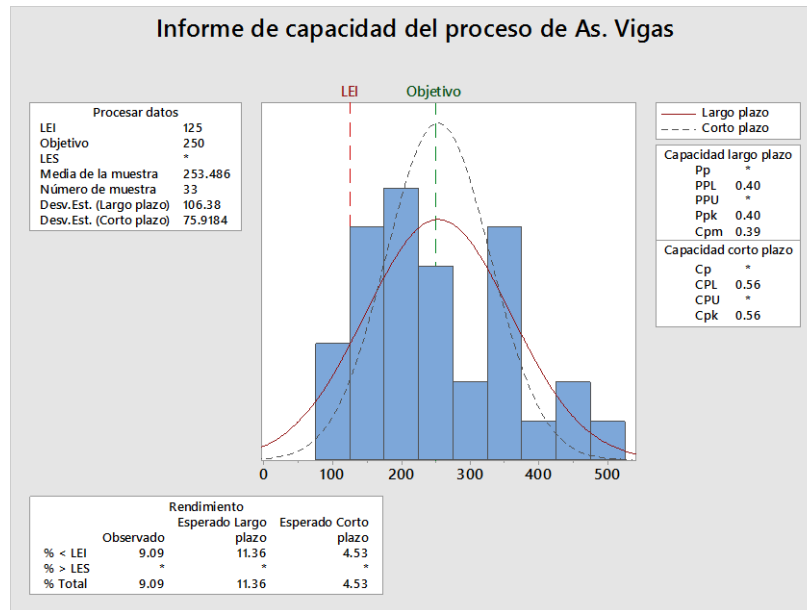


Figura 4.37: histograma y análisis de capacidad: acero en vigas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.40$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 91.52% de cumplimiento. Se observa que existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI=9.09\%$.

4.2.5.2 *acero en losa aligerada*

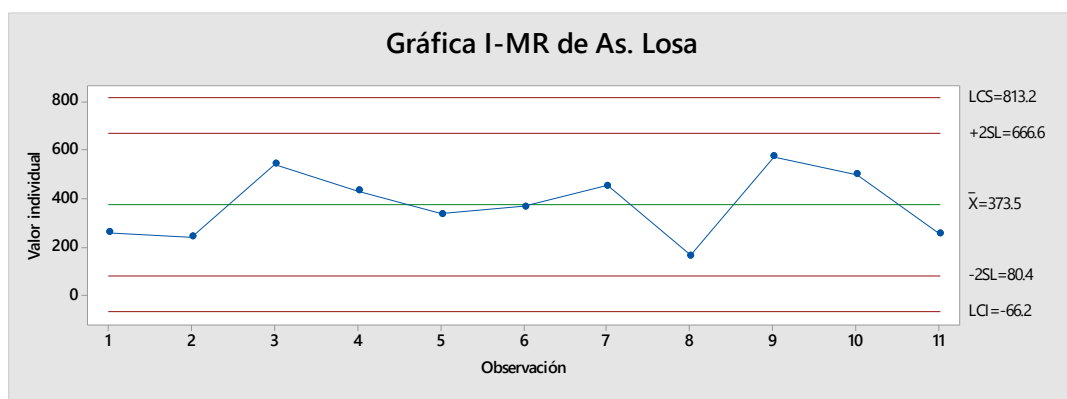


Figura 4.38: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – acero en losa aligerada. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x+3s$ respectivamente, obteniéndose un rendimiento promedio de 373.5 kg/día en acero en losa aligerada. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo rendimiento promedio es mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

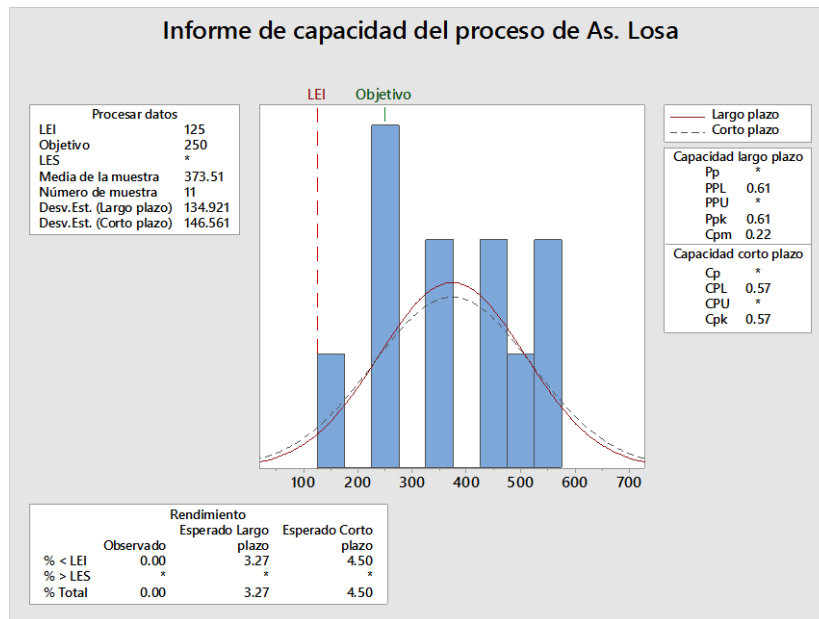


Figura 4.39: histograma y análisis de capacidad: acero en losa aligerada (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=0.61$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 96.64% de cumplimiento. Se observa que no existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.6 Concreto en Elementos Horizontales

4.2.6.1 Concreto en vigas

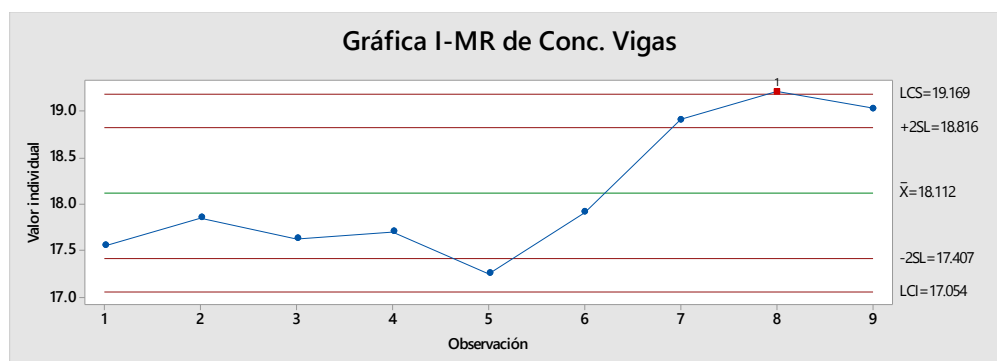


Figura 4.40: Gráfico de control de valores individuales: rendimientos de mano de obra – concreto en vigas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, salvo un valor, el cual no nos afecta porque sobrepasa el límite superior (mayor rendimiento por día). Obteniéndose un rendimiento promedio de 18.112 m³/día en concreto en vigas. El proceso es estable respecto a su variación, centrado, cuyo rendimiento promedio es ligeramente mayor que el rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

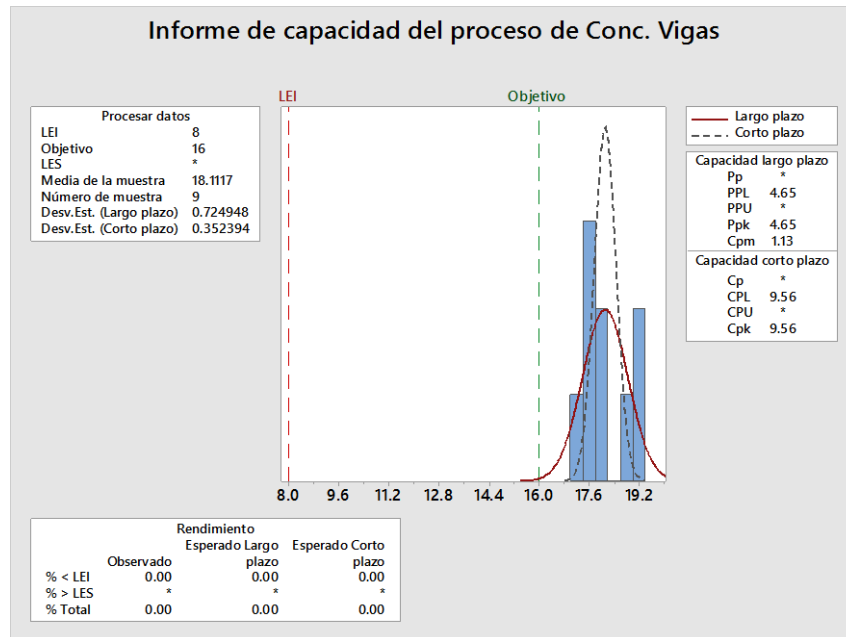


Figura 4.41: histograma y análisis de capacidad: concreto en vigas. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=4.65$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 99.99% de cumplimiento. Se observa que no existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.2.6.2 concreto en losa aligerada

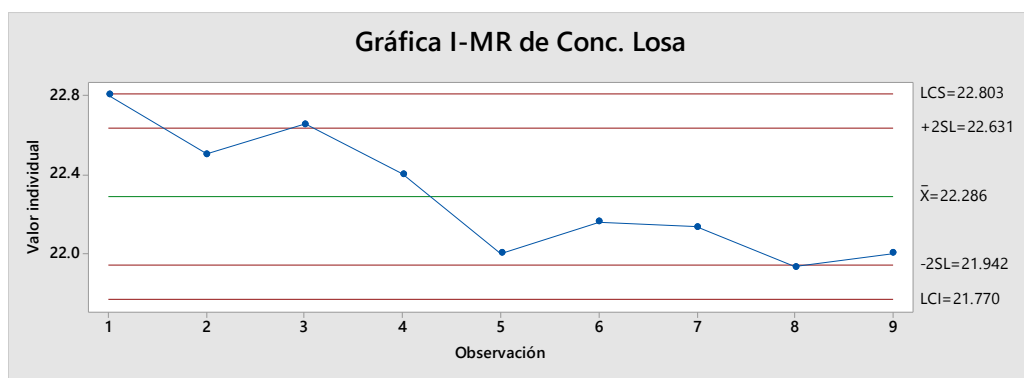


Figura 4.42: Gráfico de control de valores individuales y de rangos: rendimientos de mano de obra – concreto en losa aligerada. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

Los valores individuales (rendimiento de mano de obra) se encuentran dentro de los límites naturales de control LCS y LCI= $x \pm 3s$ respectivamente, salvo un valor, el cual no nos afecta porque sobrepasa el límite superior (mayor rendimiento por día). Obteniéndose un rendimiento promedio de 22.28 m³/día en concreto en losa aligerada. El proceso es estable respecto a su variación, cuyo rendimiento promedio es mayor al rendimiento objetivo establecido. La forma de cómo se recolectaron los datos y el resumen se pueden ver en el anexo 14.

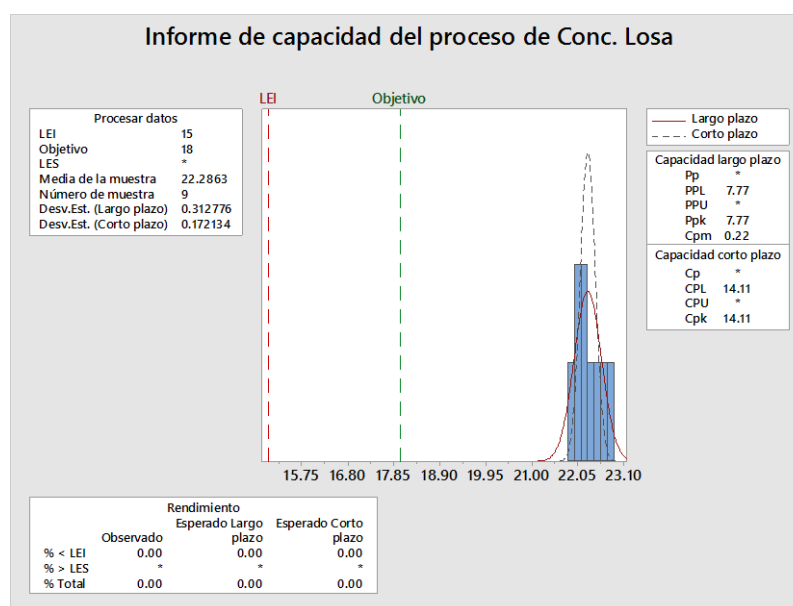


Figura 4.43: histograma y análisis de capacidad: concreto en losa aligerada. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo en Minitab 18).

El índice de capacidad del proceso es: $Ppk=7.77$, por lo tanto, de acuerdo a la tabla 2.2 de relación entre el Cpk y las PPM e interpolando, el proceso tiene una capacidad del 99.99% de cumplimiento. Se observa que no existen valores por debajo del límite de especificación inferior $\% < LEI = 0.00\%$.

4.3 DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL POR PROCESOS

4.3.1 Indicador de Tiempo – SPI (shedule performance index)

Para la obtención del indicador de tiempo - SPI (Índice de desempeño del tiempo/programa) del proyecto, se realizó la curva S, teniendo como datos a graficar, el avance programado versus el avance físico ejecutado de los meses que duró la ejecución, tal como se muestra a continuación.

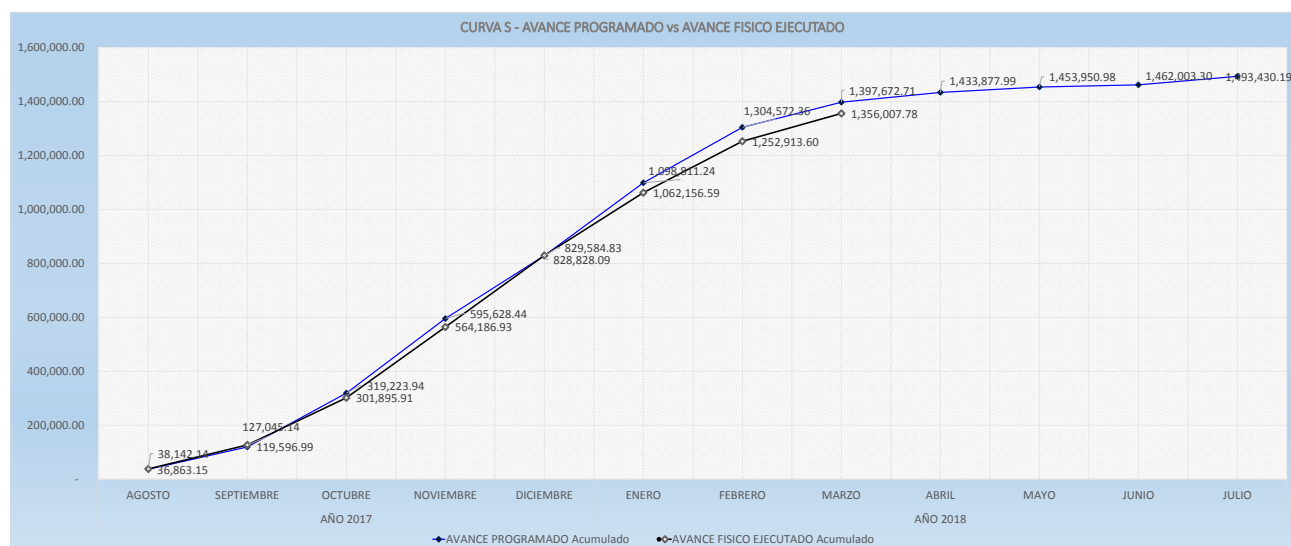


Figura 4.44: Curva S Avance Programado vs Avance Físico Ejecutado - Obra Lab. Ing. Minas UNA Puno. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo)

Luego se calculó el SPI (índice de desempeño del programa), para medir la eficacia del sistema de planificación, obteniendo los siguientes valores.

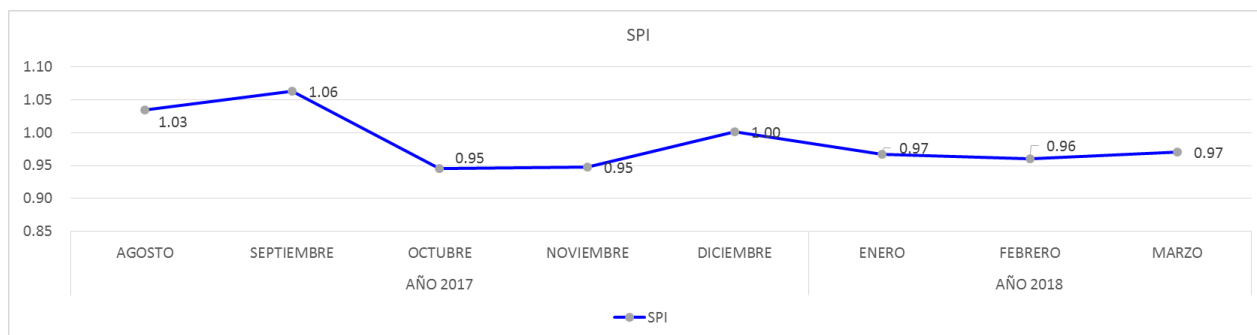


Figura 4.45: Índice de desempeño del programa – Obra Ing. de Minas.
(FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo)

4.3.1.1 Análisis Estadístico Indicadores de tiempo

Tabla 4.2: Indicadores de tiempo SPI – Obra Ing. de Minas UNA

MES	SPI
MES 01	1.03
MES 02	1.06
MES 03	0.95
MES 04	0.95
MES 05	1.00
MES 06	0.97
MES 07	0.96
MES 08	0.97

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Número de datos	N	=	8
Media	\bar{U}	=	0.9863
Desv. Típica pob.	σ	=	0.0377
Desv. Estándar	S	=	0.0403
Sumatoria	Σ	=	7.8900
Mínimo	Min	=	0.9500
Máximo	Max	=	1.0600

Discusión:

En la tabla 4.2 se observa que en el índice de eficacia de la programación SPI es 1.03 en el mes de agosto, superando el rendimiento del mismo, para el segundo mes el SPI es 1.06, no habiendo problemas al ser mayor a 1; en el mes de octubre el SPI

disminuye hasta 0.95, cual nos dice que está al 95% de avance con respecto a lo programado; así el proyecto siguió con una tendencia a lo largo de los siguientes meses, con valores de SPI aproximado a 1, alcanzando una eficiencia promedio del 98.63% de la programación.

4.3.2 Indicador de Costo – CPI (cost performance index)

Para la obtención del indicador de Costo - CPI (Índice de desempeño del Costo) del proyecto, se realizó la curva S, teniendo como datos a graficar, el avance programado acumulado (Costo Programado) versus el avance financiero acumulado (Costo Real) de los meses que duró la ejecución, tal como se muestra a continuación:

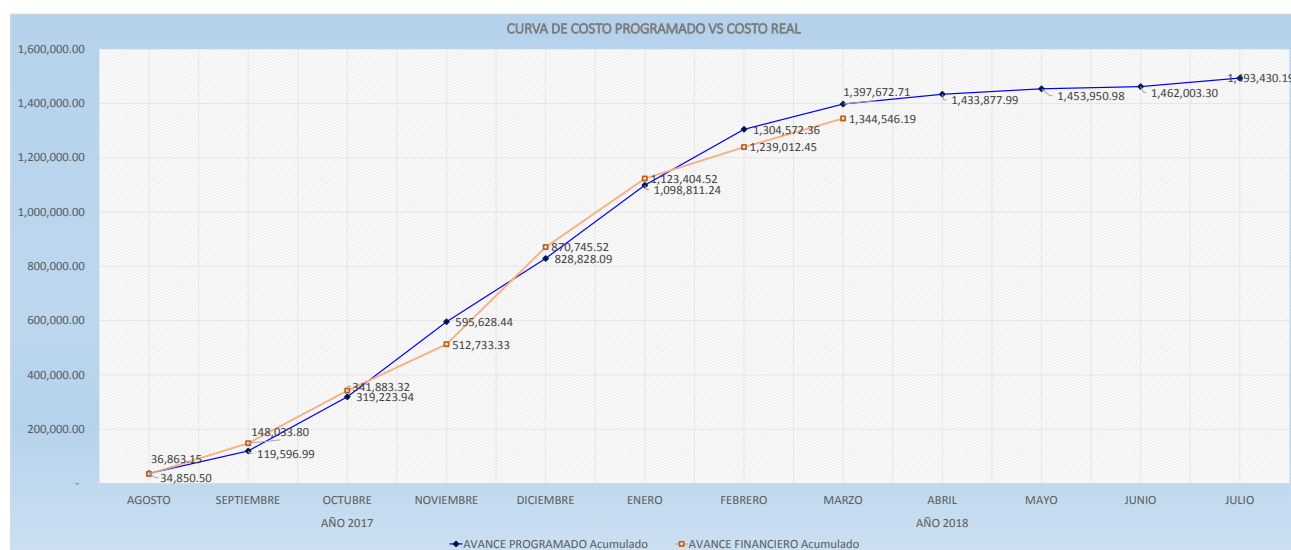


Figura 4.46: Curva S de Costo Planificado vs Avance Financiero (Costo Real) – Obra Lab. Ing. Minas UNA Puno. (FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo)

Así mismo se calculó el indicador CPI (índice de performance del costo), el cual nos mide la eficiencia de la planificación.

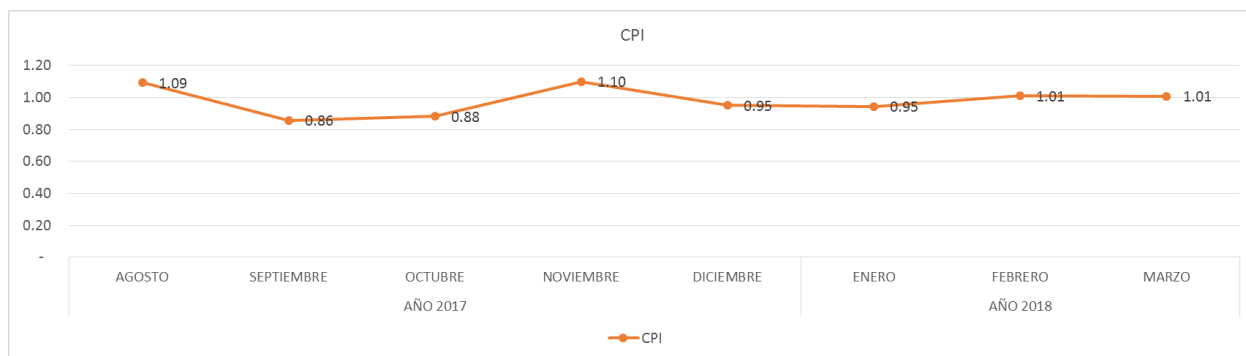


Figura 4.47: Índice de desempeño del Costo CPI – Obra Ing. De Minas . FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

4.3.2.1 Análisis Estadístico Indicadores de Costo

Tabla 4.3: Indicadores de Costo CPI – Obra Ing. de Minas UNA

MES	CPI
MES 01	1.09
MES 02	0.86
MES 03	0.88
MES 04	1.10
MES 05	0.95
MES 06	0.95
MES 07	1.01
MES 08	1.01

Fuente: Elaborado por equipo de trabajo

Número de datos	N	=	8
Media	\bar{U}	=	0.9813
Desv. Típica pob.	σ	=	0.0825
Desv. Estándar	S	=	0.0882
Sumatoria	Σ	=	7.8500
Mínimo	Min	=	0.8600
Máximo	Max	=	1.1000

Discusión

En la tabla 4.3 se observa que en el primer mes la eficiencia de la planificación CPI del proyecto es 1.09, por lo que estamos bien (por debajo del costo planificado), observando que la tendencia es ajustada a 1, finalizando con un CPI del 1.01, lo cual

estaría bien, y nos muestra que la planificación es eficiente y está dentro del costo planificado, no habiendo sobre costos, lo que nos indicaría que se tiene un margen para poder terminar el casco estructural de la obra con el costo programado, alcanzando un 98.13% de eficiencia promedio en la planificación.

4.4 COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE LA PLANIFICACIÓN PROPUESTA VERSUS EXPEDIENTE TÉCNICO

Se realizó la evaluación de la eficiencia de la planificación propuesta respecto a la del expediente técnico, con los datos del avance real en obra, avance planificado propuesto y avance planificado en el Expediente Técnico, esto es:

Tabla 4.4: Comparativo planificaciones Exp. Técnico, Propuesta y Real ejecutado

MES	PLANIFICACIÓN EXP. TEC		PLANIF. PROPUESTA		AVANCE REAL EJECUTADO	
	MENSUAL	ACUMULADO	MENSUAL	ACUMULADO	MENSUAL	ACUMULADO
MES 01	83,932.68	83,932.68	32,027.06	32,027.06	33,138.26	33,138.26
MES 02	141,787.39	225,720.07	71,879.97	103,907.03	77,239.79	110,378.05
MES 03	278,406.70	504,126.77	173,437.83	277,344.86	151,912.05	262,290.10
MES 04	467,415.35	971,542.12	240,142.92	517,487.78	227,880.99	490,171.09
MES 05	304,507.79	1,276,049.91	202,606.12	720,093.90	230,580.28	720,751.37
MES 06	190.00	1,276,239.91	234,563.99	954,657.89	202,060.61	922,811.98
MES 07	190.00	1,276,429.91	178,767.26	1,133,425.15	165,731.54	1,088,543.52
MES 08	190.00	1,276,619.91	80,886.49	1,214,311.64	89,569.23	1,178,112.75

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la Tabla 4.4, el cálculo de la eficiencia de la planificación propuesta versus la del expediente técnico, se realizó con los indicadores de eficiencia de la programación, vale decir el indicador SPI, cuyos valores se tienen en la siguiente tabla.

Tabla 4.5: Comparativo de eficiencia de la planificación propuesta vs Exp. Técnico

MES	PLANIF. EXP. TÉCNICO	PLANIF. PROPUESTA	% MAS EFICIENTE
MES 01	0.39	1.03	64%
MES 02	0.49	1.06	57%
MES 03	0.52	0.95	43%
MES 04	0.50	0.95	44%
MES 05	0.56	1.00	44%
MES 06	0.72	0.97	24%
MES 07	0.85	0.96	11%
MES 08	0.92	0.97	5%
PROMEDIO	0.62	0.98	36.50%

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

De la Tabla 4.5, la planificación propuesta resultó ser un 36.50% en promedio, más eficiente que la planificación establecida en el expediente técnico de obra, esto en los meses que se realizó la investigación.

4.4.1 Confiabilidad de la Planificación Respecto a Estudios Anteriores

En la siguiente tabla se hace la discusión de los resultados, comparando la confiabilidad de la planificación convencional, con las propuestas en las investigaciones de los autores, descritos en los antecedentes, incluida la presente investigación realizada.

Tabla 4.6: Confiabilidad de la planificación convencional según otros autores

AUTOR	Planificación Convencional	Planificación Propuesta
(Acero Condori, 2017)	66%	78%
(Chambilla Chambilla, 2017)	64%	99%
(Ormeño Ramírez, 2019)	62%	98%

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la Tabla 4.6 se observa que en todos los casos la confiabilidad de la planificación convencional es menor a las propuestas por los autores, por lo que se debe evaluar la aplicación y/o adopción de éstas nuevas metodologías en futuros proyectos de construcción.

4.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.4.1 Respecto a la Eficiente Gestión de los Procesos más Incidentes del Proyecto.

Número de datos	N	=	11
Media	\bar{U}	=	105.45
Desviación. Estándar	S	=	21.1092

4.4.1.1 Formulación de las Hipótesis:

Hipótesis Nula $H_0: u \leq 80$ (No se gestionó eficientemente)

Hipótesis Alternativa $H_1: u > 80$ (Se gestionó eficientemente)

4.4.1.2 Selección del nivel de significancia

Seleccionamos un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, teniendo un grado de libertad de $n - 1 = 11 - 1 = 10$, y según la tabla de “distribución t – student”, obtenemos el $t_{\text{tabla}} = 1.8125$. (Signo positivo por estar en el lado derecho de la cola). Para poder plantear lo siguiente:

No rechazar o Aceptar H_0 , si $t_p < t_{\text{tabla}}$; Rechazar H_0 , si $t_p > t_{\text{tabla}}$ “se acepta H_1 ”

4.4.1.3 Cálculo del estadístico de prueba t_p aplicando la siguiente fórmula:

$$t_p = \frac{\bar{u} - u}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$t_p = \frac{105.45 - 80}{\frac{21.1092}{\sqrt{11}}}$$

Obtenemos $t_p = 4.00$

4.4.1.4 Decisión y/o conclusión

Como se puede apreciar $t_p > t_{\text{tabla}}$ $4.00 > 1.8125$, “Se Rechaza H_0 ”, (Se acepta H_1), por lo que se concluye que se gestionó eficientemente los procesos más incidentes del proyecto: Laboratorios para E.P. Ing. de minas de la UNA Puno.

4.4.2 Respecto a la Eficiencia de la Planificación y Control por Procesos Aplicado en la Obra.

4.4.2.1 Gestión del tiempo

Datos y/o Parámetros de interés:

Número de datos	N	=	8
Media	\bar{U}	=	0.9863
Desviación. Estándar	S	=	0.0403

4.4.2.1.1 Formulación de las Hipótesis:

Hipótesis Nula $H_0: u \leq 0.80$ (Eficiencia normal o promedio a baja)

Hipótesis Alternativa $H_1: u > 0.80$ (Eficiencia alta o muy buena)

4.4.2.1.2 Selección del nivel de significancia

Seleccionamos un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, teniendo un grado de libertad de $n-1 = 8-1 = 7$, y según la tabla de “distribución t – student”, obtenemos el $t_{\text{tabla}} = 1.895$. (Signo positivo por estar en el lado derecho de la cola). Para poder plantear lo siguiente:

No rechazar o Aceptar H_0 : si $t_p < t_{\text{tabla}}$; Rechazar H_0 , si $t_p > t_{\text{tabla}}$ “se acepta H_1 ”

4.4.2.1.3 Cálculo del estadístico de prueba t_p aplicando la siguiente fórmula:

$$t_p = \frac{\bar{u} - u}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$tp = \frac{0.9863 - 0.80}{\frac{0.0403}{\sqrt{8}}}$$

Obtenemos $tp = 13.0753$

4.4.2.1.4 *Decisión y/o conclusión*

Como se puede apreciar $tp > t_{\text{tabla}}$ $13.0753 > 1.895$, “Se Rechaza H_0 ”, es decir “Se acepta H_1 ”, por lo que se concluye que el sistema de planificación y control por procesos resultó ser de eficiencia buena o alta en la gestión del tiempo al ser aplicado en la obra Ing de minas de la UNA Puno.

4.4.2.2 *Gestión del costo*

Datos y/o Parámetros de interés:

Número de datos	N	=	8
Media	\bar{U}	=	0.9813
Desviación. Estándar	S	=	0.0882

4.4.2.2.1 *Formulación de las Hipótesis:*

Hipótesis Nula $H_0: u \leq 0.80$ (Eficiencia normal o promedio a baja)

Hipótesis Alternativa $H_1: u > 0.80$ (Eficiencia alta o muy buena)

4.4.2.2.2 *Selección del nivel de significancia*

Seleccionamos un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, teniendo un grado de libertad de $n-1 = 8-1 = 7$, y según la tabla de “distribución t – student”, obtenemos el $t_{\text{tabla}} = 1.895$. (Signo positivo por estar en el lado derecho de la cola). Para poder plantear lo siguiente:

No rechazar o Aceptar H_0 : si $tp < t_{\text{tabla}}$; Rechazar H_0 , si $tp > t_{\text{tabla}}$ “se acepta H_1 ”

4.4.2.2.3 Cálculo del estadístico de prueba t_p aplicando la siguiente fórmula:

$$t_p = \frac{\bar{u} - u}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Reemplazando en la fórmula:

$$t_p = \frac{0.9813 - 1}{\frac{0.0882}{\sqrt{8}}}$$

Obtenemos $t_p = 5.8140$

4.4.2.2.4 Decisión y/o conclusión

Como se puede apreciar $t_p > t_{\text{tabla}}$ $5.8140 > 1.895$, “Se Rechaza H_0 ”, es decir “Se acepta H_1 ”, por lo que se concluye que el sistema de planificación y control por procesos resultó ser de eficiencia alta o buena en la gestión del costo al ser aplicado en la obra Ing de minas de la UNA Puno.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

Con la aplicación del sistema de planificación y control basado en procesos, se logró gestionar de forma eficiente el tiempo y costo de la obra Laboratorios para E.P. Ing. de minas de la UNA Puno.

- Se logró gestionar eficientemente los procesos más incidentes de la especialidad de estructuras del proyecto Laboratorios para E.P. Ing. de minas de la UNA Puno, al aplicar la planificación basado en procesos, obteniendo un 105.45% de eficiencia en la programación.
- Con el control de la ejecución de las estructuras de la obra Laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno basado en procesos, se identificó la variación y/o desviación de los procesos sometidos a control (rendimiento y/o productividad), analizando su capacidad de cumplimiento, así se pudo evitar su desviación total o incumplimiento.
- La planificación y control basado en procesos aplicado en la obra laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas resultó ser eficiente en cuanto al control del tiempo (cronograma) hasta en un 98.63%, y respecto al control del costo hasta en un 98.13%.
- La planificación y control basado en procesos aplicado a la obra laboratorios para la E.P. Ingeniería de Minas resultó un 36.50% más eficiente que la planificación convencional establecida en el Expediente Técnico del proyecto en mención.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar controles internos de forma quincenal o semanal, para poder obtener información más actualizada y así enfocarse en aquellos procesos que posiblemente puedan estar fuera de control.
- Se recomienda introducir conceptos de gestión de proyectos como es la gestión de riesgos en la ejecución de proyectos, puesto que resulta sumamente importante realizar un análisis de éstos para poder gestionar de manera integral un proyecto, y así anticiparse a posibles causas de incumplimiento.
- Realizar reprogramaciones en aquellos procesos que no se estén cumpliendo de acuerdo a lo programado, basándose en rendimientos reales obtenidos en obra, así se obtendrá una mayor confiabilidad en cuanto al avance de éstos.
- Proponer la implementación de la gestión de los interesados y factores ambientales que también afectan el normal desempeño de los proyectos, afectando la planificación del mismo.
- Evaluar la adopción de éstas metodologías y/o herramientas de Gestión en la construcción de futuros proyectos, como son la gestión por procesos, la guía propuesta por el Project Management Institute, entre otras, esto en pro de una mejora de la calidad de las obras.

CAPÍTULO VII

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero Condori, R. C. (2017). *Propuesta metodológica de procesos integrados de planificación y control para proyectos privados de construcción - caso: Gran empresa constructora en el Perú*. Universidad Católica de Santa María.
- Achahuanco Enciso, D. (2016). *Aseguramiento de la calidad de las obras públicas de infraestructura de servicios sociales bajo control descentralizado en las regiones andinas*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Arboleda, D. (2014). *Análisis de Productividad, Rendimientos y Consumo de Mano de obra en Procesos Constructivos, Elemento Fundamental en la fase de Planeación*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Beltrán, J., Carmona, R., Rivas, M., & Tejedor, F. (2009). *Guía para una gestión basada en procesos*. (Segunda Ed). Sevilla: J. De Haro artes gráficas, S.L.
- Beltrán Jaramillo, J. M. (2011). *Indicadores de Gestión: Herramientas para lograr la competitividad* (Segunda Ed). Bogotá: 3R Editores.
- Botero Botero, L. F. (2002). *Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. Universidad EAFIT N° 128.
- Briceno Balarezo, O. O. (2003). *Implantación del sistema de planemiento y control de costos por procesos para empresas de construcción*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Chambilla Chambilla, G. (2017). *Planeamiento y Control de Costos de la Obra Túnel*

de Desvío del Río Asana del Proyecto Minero Quellaveco – Moquegua Aplicando el Resultado Operativo. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.

- Duarte, A., & Martínez, S. (2011). *Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicado a construcción de edificaciones. Enfoque básico para el ingeniero.* Universidad Católica Andrés Bello.
- Fernández, F. (2015). *Modelo de gestión basado en procesos para la construcción de conjuntos habitacionales de 7 a 20 unidades en el D.M.Q. Caso de estudio empresa F y F Construcciones.* Quito: Universidad Central del Ecuador.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del Trabajo* (Segunda Ed; J. Pantoja Magaña, Ed.). Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Ghio Castillo, V. (2001). *Productividad en obras de construcción.* Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edic). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2013). *Supervisión de Obras* (Décima Edi). Lima: Fondo Editorial ICG.
- Loayza, M., & Velarde, R. (2009). *Planificación por Procesos en Edificaciones en Lima.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

- López, H., & Morán, C. (1997). *Programación PERT-CPM y Control de Proyectos*.
Lima: Fondo Editorial CAPECO.
- Mejía, G., & Hernández, C. (2007). Seguimiento de la Productividad en Obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de Mano de Obra. *Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas UIS*, 6.
- Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado. (2015, December 10). *Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado D.S. N° 350-2015-EF*.
- Pinto de la Sota, S. (2010). *Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en proyectos de construcción*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Porras Bayeto, J. (2013). *Residente de Obra Públicas* (Segunda Ed). Lima: Fondo Editorial ICG.
- Project Management Institute. (2013). *Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)* (Quinta Edición). Pensilvania: Project Management Institute.
- Secretaría de gestión pública. *Documento orientador: Metodología para la Implementación de la Gestión por procesos en las Entidades de la Administración Pública en el Marco del D.S. N° 004-2013-PCM-Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública.* , (2013).
- Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial/SENATI. (2015). *Herramientas de la Calidad Total*. Lima.
- Suca Suca, N. (2014). *Metodología de la investigación científica y tecnológica en la Ingeniería Civil*. Puno.

Vásquez Bustamante, O. (2012). *Todo sobre presupuestos en Edificaciones* (Cuarta Edi). Lima: Ed. Corporación Gráfica Suiza.

ANEXOS

Anexo 1: Duración y costo de partidas del proyecto de obra

Anexo 2: Recursos y costos por procesos

Anexo 3: Cantidades o metrados programados por mes

Anexo 4: Calendario de avance de obra programado

Anexo 5: Avance físico ejecutado

Anexo 6: Avance financiero

Anexo 7: Curva S (seguimiento)

Anexo 8: Formato de avance programado por procesos

Anexo 9: Programación de avance por procesos

Anexo 10: Avance o producción real ejecutado por procesos

Anexo 11: Registro fotográfico

Anexo 12: Diagrama de flujo de procesos - especialidad estructuras

Anexo 13: Matriz de Consistencia de la investigación

Anexo 14: Toma de datos, Formatos, tablas, Otros.

Anexo 15: Tablas Estadísticas y Otros.

Anexo 16: Planificación de la obra Laboratorios para la E.P. ingeniería de Minas