

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Incidencia del rendimiento de mano de obra de partidas estructurales en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023

Asesor:

Mg. Gálvez Quintana, Marco Antonio

Autor:

Meza Acuña, Elvis Enrico

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Abancay-Apurímac-Perú

2024

Acta de sustentación



**Universidad
Tecnológica de los Andes**

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 040

En la ciudad de Abancay, a los 17 días del mes de octubre del 2024, siendo las 5:00 pm horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0653-2024- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 09 de octubre del 2024, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente	: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel
Dictaminante	: Mag. Zegarra Molina, Wilbert Ernesto
Replicante	: Ing. Morales Holguin, Marco Antonio

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Incidencia del rendimiento de mano de obra de partidas estructurales en la valorización de la obra, colegio Patibamba, Chalhuanhuacho, Apurímac, 2023

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: Meza Acuña, Elvis Enrico

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Meza Acuña, Elvis Enrico	Aprobado

Siendo las 6:28pm horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel

Dictaminante: Mag. Zegarra Molina, Wilbert Ernesto

Replicante: Ing. Morales Holguin, Marco Antonio

Abancay 02 de julio del 2025

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 296

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565
Filial Andahuaylas, Av. Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 19 RGAT.
(**) 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGAT.

Reporte de similitud

Elvis Enrico Meza Acuña

TESIS CON DEPOSITO

 Incidencia del rendimiento de mano de obra de partidas estructurales en la valorización de la obra, colegio Patibamba, Chalhuhhuacho, ...

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:582750239

Fecha de entrega

24 abr 2026, 16:57 GMT-5

Fecha de descarga

24 abr 2026, 17:05 GMT-5

Nombre del archivo

TESIS CON DEPOSITO.docx

Tamaño del archivo

34.7 MB

153 páginas

19.959 palabras

110.416 caracteres


10% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

10%  Fuentes de Internet

1%  Publicaciones

0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Metadatos

Datos del autor	
Apellidos y nombres	: Meza Acuña, Elvis Enrico
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 47652429
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0000-1686-4258
Datos del asesor	
Apellidos y nombres	: Mg. Gálvez Quintana Marco Antonio
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad	: 44923575
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0002-8709-4008
Datos de la investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería Civil
Línea de Investigación	: Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 2023
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 10%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

A Dios y a mis padres, por haberme brindado la vida, a Adelaida ACUÑA MORALES quien fue partícipe fundamental en mi formación académica; a mis hermanas, quienes me apoyaron incondicionalmente; por último y no menos importante; a mí, ya que sin el esfuerzo requerido no hubiese sido posible mi formación profesional.

Elvis Enrico, Meza Acuña

Agradecimientos

A mi casa de preparación profesional
Universidad Tecnológica de los Andes.

A todos los docentes que contribuyeron
tiempo, dedicación, paciencia y parte de mi
preparación profesional.

Agradecer al Magister Marco Gálvez
Quintana por el asesoramiento, ya que al
compartir sus saberes y experiencias, éstas
fueron muy importantes y fundamentales para
desarrollar la presente tesis.

Elvis Enrico, Meza Acuña

Resumen

El fin de la presente investigación fue realizar la recolección de rendimientos de mano de obra de las partidas estructurales conformadas por zapatas, vigas de conexión, columnas, vigas y losas aligeradas; así como también de sus componentes las cuales fueron; el acero, encofrados y vaciados de concreto; una vez obtenidos los rendimientos se estableció el grado de incidencia en las valorizaciones de obra.

El estudio es considerado explicativo ya que se utilizaron instrumentos de recolección de datos para obtener los rendimientos del proyecto colegio Patabamba. Obteniéndose resultados en cuanto a los rendimientos de mano de obra los siguientes: para zapatas 167.24%, vigas de conexión 118.28%, columnas 77.10%, vigas 96.95%, losas aligeradas 98.32; por lo que estos rendimientos incidieron en las valorizaciones de zapatas en 142.58%, vigas de conexión 109.49, columnas 87.36%, vigas 96.94% y losas aligeradas 99.49% en relación al cronograma valorizado.

De los resultados obtenidos se concluye que las zapatas y vigas de conexión se tuvieron rendimientos superiores; y en columnas, vigas y losas aligeradas los rendimientos no fueron óptimos por lo que perjudicaron al avance físico de la obra.

Palabras Clave: rendimiento, valorización de obra, zapatas, vigas de conexión, losas aligeradas.

Abstract

The purpose of this research was to collect labor efficiency estimates for structural items consisting of footings, connecting beams, columns, beams, and lightweight slabs, as well as their components, including steel, formwork, and concrete pours. Once the efficiency estimates were obtained, the degree of impact on project valuations was determined.

The study is considered explanatory since data collection instruments were used to obtain the efficiency estimates for the Patabamba School project. The labor efficiency results were as follows: for footings 167.24%, for connecting beams 118.28%, for columns 77.10%, for beams 96.95%, and for lightweight slabs 98.32%. Therefore, these yields impacted the valuation of footings by 142.58%, connecting beams by 109.49%, columns by 87.36%, beams by 96.94%, and lightweight slabs by 99.49% relative to the estimated schedule.

From the results obtained, it is concluded that the yields for footings and connecting beams were higher; while the yields for columns, beams, and lightweight slabs were not optimal, which hindered the physical progress of the project.

Keywords: performance, work valuation, footings, connecting beams, lightened slabs.

Índice general

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice general.....	ix
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos.....	xviii
I. Introducción	19
II. Planteamiento del problema	20
2.1 Descripción y formulación del problema	20
2.2 Objetivos	22
2.2.1 Objetivo General	22
2.2.2 Objetivos Específicos	22
2.3 Justificación e importancia.....	23
2.4 Hipótesis	23
2.5 Variables	24
III. Marco Teórico.....	26
3.1 Antecedentes de investigación	26
3.2 Bases teóricas.....	30
3.3 Definición de términos	31
IV. Metodología.....	36
4.1 Tipo y nivel de investigación	36

4.2	Ámbito temporal y espacial.....	38
4.3	Población y muestra.....	38
4.4	Instrumentos.....	39
4.5	Procedimientos.....	39
4.6	Análisis de datos	39
4.7	Consideraciones éticas	40
V.	Resultados y discusión	41
VI.	Conclusiones.....	110
VII.	Recomendaciones	112
VIII.	Referencias	113
IX.	Anexos	117

Índice de tablas

Tabla 1	Operacionalización de las variables.....	25
Tabla 2	Rendimientos de acero en zapatas - programado vs ejecutado.....	44
Tabla 3	Rendimientos de acero en zapatas - programado vs ejecutado - semana 245	
Tabla 4	Rendimientos de acero en vigas de conexión-programado vs ejecutado - semana 2 y 3.....	49
Tabla 5	Rendimientos de acero en vigas de conexión - programado vs ejecutado - semana 4	51
Tabla 6	Rendimientos de encofrado en vigas de conexión-programado vs ejecutado- semana 3	53
Tabla 7	Rendimientos de encofrado en vigas de conexión-programado vs ejecutado- semana 4	54
Tabla 8	Rendimientos concretos en vigas de conexión-programado vs ejecutado- semana 3 y 4.....	56
Tabla 9	Rendimientos de acero en columnas - programado vs ejecutado - semana 4 y 5	59
Tabla 10	Rendimientos de acero en columnas - programado vs ejecutado - semana 5, 6, 7 y 8	60
Tabla 11	Rendimientos de encofrado en columnas - programado vs ejecutado - semana 4 y 5	62
Tabla 12	Rendimientos de encofrado en columnas - programado vs ejecutado – semana 5, 6, 7, 8 y 9	63
Tabla 13	Rendimientos de concreto en columnas - programado vs ejecutado – semana 4 y 5	66
Tabla 14	Rendimientos de concreto en columnas - programado vs ejecutado – semana 5, 6, 7, 8, 9 y 10.....	67
Tabla 15	Rendimientos de acero en vigas - programado vs ejecutado – semana 10.	70

Tabla 16 Rendimientos de acero en vigas - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14 y 15.....	71
Tabla 17 Rendimientos de encofrado en vigas - programado vs ejecutado – semana 10	74
Tabla 18 Rendimientos de encofrado en vigas - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17	75
Tabla 19 Rendimientos de concreto en vigas - programado vs ejecutado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17	78
Tabla 20 Rendimientos de acero en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 10.....	81
Tabla 21 Rendimientos de acero en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.....	82
Tabla 22 Rendimientos de encofrado en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 10.....	85
Tabla 23 Rendimientos de encofrado en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16.....	86
Tabla 24 Rendimientos de concreto en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17.....	88
Tabla 25 Resumen de programación y ejecución física de partidas estructurales	92
Tabla 26 Resumen de programación y ejecución física de partidas de armado de acero	95
Tabla 27 Resumen de programación y ejecución física de partidas de encofrado	98
Tabla 28 Resumen de programación y ejecución física de partidas de concreto	101
Tabla 29 Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas estructurales.....	102
Tabla 30 Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas de acero	103

Tabla 31 Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas de encofrado 104

Tabla 32 Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas de concreto 104

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación del colegio Patabamba - comunidad de Patabamba - Challhuahuacho - Cotabambas – Apurímac.....	42
Figura 2 Presentación del equipo técnico y personal obrero del colegio Patabamba	42
Figura 3 Análisis de precios unitarios de acero en zapatas.....	43
Figura 4 Detalle de acero en zapatas	44
Figura 5 Comparación de rendimientos de acero en zapatas - ejecutado vs programado – semana.....	45
Figura 6 Comparación de rendimientos de acero zapatas-ejecutado vs programada semana 2	46
Figura 7 Análisis de precios unitarios de concreto en zapatas	47
Figura 8 Rendimientos de concreto en zapatas - programado vs ejecutado - semana 1 y 2	47
Figura 9 Comparación de rendimientos de concreto en zapatas - ejecutado vs programado – semana 1 y 2	48
Figura 10 Análisis de precios unitarios de concreto en vigas de conexión	49
Figura 11 Detalle de acero en vigas de conexión.....	50
Figura 12 Comparación de rendimientos de acero en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 2 y 3	50
Figura 13 Comparación de rendimientos de acero en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 4.....	52
Figura 14 Análisis de precios unitarios de encofrado en vigas de conexión	53
Figura 15 Comparación de rendimientos de encofrado en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 3	53
Figura 16 Comparación de rendimientos de encofrado en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 4	54
Figura 17 Análisis de precios unitarios de concreto en vigas de conexión	56

Figura 18 Comparación de rendimientos de concreto en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 3 y 4.....	56
Figura 19 Análisis de precios unitarios de acero en columnas	58
Figura 20 Detalle de acero en columnas.....	58
Figura 21 Armado de acero en Columnas T en campo	58
Figura 22 Rendimiento de acero en columnas.....	59
Figura 23 Comparación de rendimientos de acero en columnas - ejecutado vs programado – semana 5, 6, 7 y 8	60
Figura 24 Análisis de precios unitarios de encofrado en columnas	61
Figura 25 Encofrado de Columnas T en campo	62
Figura 26 Comparación de rendimientos de encofrado en columnas - ejecutado vs programado – semana 4 y 5	63
Figura 27 Comparación de rendimientos de encofrado en columnas - ejecutado vs programado – semana 5, 6, 7, 8 y 9	64
Figura 28 Análisis de precios unitarios de concreto en columnas	65
Figura 29 Vaciado de concreto en Columnas T.....	65
Figura 30 Comparación de rendimientos de concreto en columnas - ejecutado vs programado – semana 4 y 5	66
Figura 31 Comparación de rendimientos de concreto en columnas - ejecutado vs programado – semana 5, 6, 7, 8, 9 y 10.....	67
Figura 32 Análisis de precios unitarios de acero en vigas.....	68
Figura 33 Detalle de acero longitudinal en vigas inclinadas	69
Figura 34 Detalle de acero transversal de vigas inclinadas.....	69
Figura 35 Armado de acero longitudinal y transversal en vigas inclinadas.....	70
Figura 36 Comparación de rendimientos de acero en vigas - ejecutado vs programado – semana 10	71
Figura 37 Comparación de rendimientos de acero en vigas - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14 y 15.....	72

Figura 38 Análisis de precios unitarios de encofrado en vigas	73
Figura 39 Encofrado de fondo de vigas inclinadas	74
Figura 40 Comparación de rendimientos de encofrado en vigas - ejecutado vs programado – semana 10	75
Figura 41 Comparación de rendimientos de encofrado en vigas - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17	76
Figura 42 Análisis de precios unitarios de concreto en vigas	77
Figura 43 Vaciado de concreto en vigas inclinadas	77
Figura 44 Comparación de rendimientos de concreto en vigas - ejecutado vs programado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17	78
Figura 45 Análisis de precios unitarios de acero en losa aligerada	79
Figura 46 Detalle de acero en losa aligerada inclinada	80
Figura 47 Armado de acero en losa aligerada inclinada	81
Figura 48 Comparación de rendimientos de acero en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 10	82
Figura 49 Comparación de rendimientos de acero en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	83
Figura 50 Análisis de precios unitarios de encofrado en losa aligerada	84
Figura 51 Encofrado de losa aligerada inclinada	85
Figura 52 Comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 10	86
Figura 53 Comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16	87
Figura 54 Análisis de precios unitarios de concreto en losa aligerada	88
Figura 55 Comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17	89
Figura 56 Cronograma valorizado de obra de partidas estructurales	90
Figura 57 Valorización física de obra de partidas estructurales	91

Figura 58 Curva S - programación física vs ejecución física de partidas estructurales	92
Figura 59 Cronograma Valorizado de partidas de armado de acero	93
Figura 60 Valorización de partidas de armado de acero	94
Figura 61 Curva S - programación física vs ejecución física de partidas de armado de acero	95
Figura 62 Cronograma Valorizado de partidas de encofrado y desencofrado	96
Figura 63 Valorización de partidas de encofrado y desencofrado	97
Figura 64 Curva S - programación física vs ejecución física de partidas de encofrado	98
Figura 65 Cronograma Valorizado de partidas de vaciado de concreto	99
Figura 66 Valorización de partidas de vaciado de concreto.....	100
Figura 67 Curva S - programación física vs ejecución física de partidas de concreto	101

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	118
Anexo 2 Matriz de Operacionalización de variables.....	119
Anexo 3 Declaración jurada de originalidad de trabajo de investigación de tesis ...	120
Anexo 4 Panel fotográfico.....	121

I. Introducción

Los expedientes técnicos representan la planificación de un proyecto, puesto que los documentos que lo componen redactan la naturaleza del proyecto, características técnicas, alcances, costos y plazos; por lo que es fundamental proporcionar información detallada lo más realista posible dentro del expediente técnico. Esta investigación está referida a la cuantificación de trabajo reales ejecutados en campo del colegio Patabamba, Challhuahuacho; de los rendimientos de mano de obra obtenidos en comparación a lo estipulado en el expediente técnico; posteriormente se estableció la incidencia en las valorizaciones de obra para los elementos estructurales de la infraestructura educativa.

La presente investigación consta de 4 capítulos:

En el capítulo I, se redacta la realidad problemática, se establece los problemas, objetivos tanto generales como específicos. Para el capítulo II, se infiere en el marco teórico, contemplando los antecedentes de investigaciones similares, así como las bases teóricas y conceptos que son necesarios para el buen entendimiento de la presente tesis.

Para el capítulo III, se establece la metodología de investigación, considerando la estrategia, tipo o naturaleza, nivel de alcance y diseño de la investigación; también se presentaron las muestras, poblaciones, equipos y procedimientos para la obtención de datos. Al finalizar en el Capítulo IV, se muestran los resultados, así como el análisis del mismo; y por último, los anexos, matriz de consistencia, registros fotográficos adjuntos.

II. Planteamiento del problema

2.1 Descripción y formulación del problema

Descripción

A pesar de la difusión de las buenas prácticas en la gerencia de proyectos en el mundo, el fracaso es todavía frecuente en diferentes ámbitos geográficos y sectores económicos. En el reporte de Standish Group (2015) señala que el tamaño del proyecto y la metodología empleada en su ejecución son dos factores determinantes de éxito. La metodología PM4R (2019) indica que los proyectos fracasan por recursos limitados, errores de seguimiento, deficiente planificación y riesgos desconocidos. Otros estudios, como el publicado por el PMI Chile (2018), señalan que las dos principales causas de fracaso son: no identificar a los interesados de forma correcta y la deficiente captura de requisitos.

Señala Alejandría y Alejandría (2020) que en un proyecto es fundamental determinar los rendimientos de las diferentes partidas a ejecutar para poder generar el valor y duración de una obra. Sin embargo, los rendimientos utilizados son obtenidos de tablas elaboradas y publicadas por la Cámara Peruana de la Construcción – CAPECO, y estas no son acorde a la realidad donde se plantean los proyectos. Así también, Sánchez (2018) menciona que los rendimientos son ignorados por los ingenieros y arquitectos, esto dificulta significativamente a los tiempos necesarios para desarrollar las diferentes actividades de un proyecto.

Para la evaluación de la producción de los trabajadores se considera como el tiempo en horas que se necesita para ejecutar una determinada actividad, conocer la productividad ayuda a garantizar la efectividad de los procesos a ejecutar y así evitar retrasos en la ejecución de los proyectos; muchos proyectos no se ejecutan en los tiempos programados, por lo que, se han paralizado, generando ampliaciones de plazo, así como también mayores gastos que influyen en el costo final del proyecto.

En referencia a la construcción señalan Flores y Ramos, (2018) que para la sociedad es una de las actividades industriales más importantes puesto que, para la

población genera un gran impacto, este fenómeno fortalece la economía local y es fundamental, ya que, para lograr todos los objetivos de cada proyecto a ejecutar, siempre va a generar empleos, y en la etapa de uso de las obras esta transforma el desarrollo de la economía de un determinado espacio geográfico.

A nivel regional los proyectos presentan las mismas deficiencias a nivel nacional porque no son elaborados de acuerdo a la realidad en la que se ubican, no se consideran las condiciones climatológicas, meteorológicas y sin mencionar que la falta de capacitación del personal obrero en dicha zona es escasa. Por ello, para efectos de rendimientos debe plantearse alternativas de solución para que las obras no se perjudiquen en el plazo de ejecución y para así no incurrir en sobrecostos.

En la localidad de Patabamba, ubicada en el distrito de Challhuahuacho – Cotabambas – Apurímac y que cuya altitud o elevación sobre el nivel del mar se encuentra a más de 4,000 metros; en esta localidad se realizará la ejecución de un proyecto de infraestructura educativa “Colegio Patabamba”; las consideraciones para la formulación del expediente técnico del proyecto no han sido acorde a la realidad geográfica, social y política; ya que los rendimientos establecidos en los análisis de precios unitarios han sido establecidos y referenciados por la Cámara Peruana de la Construcción – CAPECO; estos datos están basados a una realidad geográfica diferente (establecidas para Lima – Callao); por lo que la presente investigación hará que se determine los rendimientos reales en el lugar de estudio y su grado de incidencia en las valorizaciones de obra, establecidas en el expediente técnico.

Formulación del problema

2.1.1 Problema general

¿En qué grado incide el rendimiento de mano de obra de las partidas estructurales en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023?

2.1.2 Problemas Específicos

a. ¿En qué grado incide el rendimiento de mano de obra de las partidas de armado de acero en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023?

b. ¿En qué grado incide el rendimiento de mano de obra de las partidas de encofrado y desencofrado en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023?

c. ¿ En qué grado incide el rendimiento de mano de obra de las partidas de vaciado de concreto en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

Determinar el grado de incidencia del rendimiento de mano de obra de las partidas estructurales en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuacho, Apurímac, 2023.

2.2.2 Objetivos Específicos

a. Determinar el grado de incidencia del rendimiento de mano de obra de las partidas de armado de acero en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023.

b. Determinar el grado de incidencia del rendimiento de mano de obra de las partidas de encofrado y desencofrado en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023.

c. Determinar el grado de incidencia del rendimiento de mano de obra de las partidas de vaciado de concreto en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023.

2.3 Justificación e importancia

En el sector de la construcción, la realización de cada proyecto comprende unas metodologías y procesos particulares; sin embargo, en la planificación y ejecución de obras civiles es común encontrar rendimientos de mano de obra equívocos, no se formulan proyectos tomando en cuenta las condiciones extremas que tienen ciertos lugares de nuestro territorio nacional. Por lo tanto, los rendimientos y consumos de los recursos humanos presupuestados y programados deben fundamentarse en múltiples análisis que consideren las condiciones particulares en las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción. Siendo así, es necesario que los participantes de los proyectos de construcción, conozcan los factores que afectan en realidad los consumos y rendimientos. Debido a las necesidades de optimizar y mejorar los procesos constructivos en las obras civiles, es necesario llevar a cabo un proceso de análisis y control con el fin de revisar el desempeño de la mano de obra en el proyecto y de alcanzar una ejecución óptima en el tiempo y con los costos presupuestados. Por tal motivo, la evaluación de los factores que influyen en los rendimientos en la mano de obra durante la construcción de obras civiles permitirá contar con información acorde a la realidad de esta etapa de construcción.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

El rendimiento de mano de obra de partidas estructurales incide en la valorización de la obra, colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023

2.4.2 Hipótesis Específicas

a. El rendimiento de mano de obra de partidas de armado de acero incide en la valorización de obra. Colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023

b. El rendimiento de mano de obra de partidas de encofrado y desencofrado incide en la valorización de obra. Colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023

c. El rendimiento de mano de obra de partidas de vaciado de concreto incide en la valorización de obra. Colegio Patabamba, Challhuahuacho, Apurímac, 2023

2.5 Variables

Variable Independiente

VI: Rendimiento de mano de obra de partidas estructurales

Variable Dependiente

VD: Valorización de obra

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
Variable independiente (VI): Rendimiento de mano de obra de partidas estructurales	Es la cantidad de obra completamente ejecutada por una cuadrilla por unidad de recurso humano, normalmente expresada como unidad de medida por hora-hombre (um/hH) (Botero Botero, 2002).	Para cada periodo de control (día/semana/mes) se registra la producción ejecutada por partida y el recurso humano usado. Se calcula: Rejec (rendimiento real) y se compara con Rprog (rendimiento programado del expediente técnico).	<ul style="list-style-type: none"> •Rendimiento en partidas de acero •Rendimiento en partidas de encofrado •Rendimiento en partidas de vaciado de concreto 	<ul style="list-style-type: none"> • $\Delta R = (Rejec - Rprog) / Rejec$ • $\Delta R =$ variación del rendimiento • Rejec = rendimiento real ejecutado • Rprog = rendimiento programado 	Razón %	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de recolección de datos (campo) • Expediente técnico cronograma
Variable dependiente (VD): Valorización de obra	Es la cuantificación económica del avance físico en la ejecución de la obra, realizada en un periodo determinado (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018). Además, suele operar como pago a cuenta según lo ejecutado (Contraloría General de la República, 2019).	Para cada periodo se determina la valorización ejecutada (Vejec) a partir de metrados aprobados y precios (según contrato/expediente). Se compara con el cronograma valorizado (Cval) y se calcula la variación.	<ul style="list-style-type: none"> •Valorización de partidas de armado de acero •Valorización de partidas de encofrado y desencofrado •Valorización de partidas de vaciado de concreto 	<ul style="list-style-type: none"> • $\Delta V = (Vejec - Cval) / Vejec$ • $\Delta V =$ variación de la valorización • Vejec = valorización real ejecutada • Cval = cronograma valorizado 	Razón %	<ul style="list-style-type: none"> • Excel / hoja de cálculo • Valorizaciones • planillas de metrados • expediente técnico

Nota. La tabla resume la operacionalización de las variables del estudio: rendimiento de mano de obra (VI) y valorización de obra (VD) en

partidas estructurales, indicando definiciones, dimensiones, indicadores, escala de medición e instrumentos utilizados.

III. Marco Teórico

3.1 Antecedentes de investigación

Sánchez (2018) en su trabajo titulado “Estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia”, tuvo como objetivo estimar rendimientos y productividad de maquinaria pesada y mano de obra en actividades viales del proyecto “Rehabilitación... Santa Cruz – Iglesia de Bonilla” (Turrialba). La metodología se basó en revisión documental, observación en campo e интервью (entrevistas) a responsables, registrando el trabajo real y el tiempo efectivo para identificar variables que afectan la productividad en contexto de urgencia. Los resultados se orientan a generar una recopilación técnica útil para estimar costos y duración de proyectos similares, además de evidenciar que el desempeño se ve condicionado por factores operativos y de gestión en emergencias. Concluye que medir en campo y analizar variables de afectación mejora la estimación realista del rendimiento y apoya decisiones de planificación y control.

Rojas (2020) en el estudio “Análisis de rendimientos de equipos en el proceso de perforaciones de anclajes para taludes según el tipo de suelo e imprevistos”, buscó analizar el rendimiento de maquinaria/equipos en perforación e instalación de anclajes, considerando suelos e imprevistos, en proyectos de la concesión Vías del Nus (VINUS S.A.S) y una vía dentro del relleno sanitario “La Pradera”. La metodología consistió en recolectar datos durante 4 meses en el primer proyecto y 1 mes en el segundo, organizar una base de datos de rendimientos e imprevistos y calcular un rendimiento estándar de referencia en (m/h) para cada equipo, comparándolo con lo observado in situ. Los resultados permiten cuantificar cuánto afectan los imprevistos y condiciones del terreno al rendimiento frente a un valor estándar. Concluye que contar con una línea base (rendimiento estándar) y registrar causas de variación en campo da mayor control y realismo a la planificación de equipos.

Bautista y Romero (2019) en “Evaluación y elaboración de tablas de rendimientos en obra en proyectos de construcción”, tuvieron como objetivo diseñar formatos para

evaluar productividad de mano de obra, materiales y equipos, y dejar una base práctica para futuros estudios. La metodología se apoyó en observación directa en obra para obtener rendimientos reales y comparar consumos ejecutados frente a lo planificado. Los resultados reportan que la productividad de mano de obra en el Edificio de Posgrados UPTC fue “buena” ($\approx 80\%$), y que los consumos reales resultaron, en general, menores que los previstos en planeación; también identifican retrasos por imprevistos (por ejemplo, interferencias de redes y cambios de diseño) y determinan nueve factores que explican variaciones del rendimiento (trabajador, postura, esfuerzo, clima, monotonía, disponibilidad de material, riesgo, espacio y superficie de trabajo). Concluye que la productividad mejora cuando hay control y reprogramación seria, y que una planificación más rigurosa (incluyendo revisión de redes y ensayos previos) reduce imprevistos y variaciones.

Losada (2021) en “Cálculo de los rendimientos para actividades de construcción que empleen el sistema industrializado”, planteó como objetivo construir una tabla con rendimientos promedio de mano de obra para actividades estructurales en un sistema industrializado (muros, placas, columnas) y mampostería, para optimizar planeación y control en una obra en Cajicá. La metodología fue principalmente cuantitativa y de medición in situ, utilizando observación y cronómetro; se propusieron observaciones aleatorias por intervalos de una hora, midiendo cantidad ejecutada en ese periodo, sin anunciar las mediciones para evitar sesgos, y procesando cálculos en Excel. Los resultados numéricos no se indican en el resumen que compartiste (solo describe el procedimiento). Concluye que, si se recolecta el tiempo y la producción con método consistente, es posible actualizar rendimientos de referencia para mejorar programación y control en obras industrializadas.

Villafuerte (2018) en “Estudio comparativo de rendimientos de mano de obra en el proceso constructivo de obra de saneamiento de las empresas SEDA Juliaca y EMSA Puno”, tuvo como objetivo determinar la influencia de los rendimientos de mano de obra en el proceso constructivo y obtener valores estandarizados para obras de saneamiento, comparando dos EPS. La metodología fue aplicada, con diseño descriptivo correlacional; se levantó secuencia constructiva, duración y rendimientos mediante fichas de observación

y diagramas de flujo para 21 partidas, y se evaluó la hipótesis con correlación de Pearson. Los resultados muestran relación significativa entre variables ($r = 0.8543$, con 95% de confianza y $\alpha = 0.05$), y reportan porcentajes de trabajo para EMSA Puno (TP=41%, TC=30%, TNC=29%) y SEDA Juliaca (TP=37%, TC=32%, TNC=31%), indicando baja eficiencia por el peso del trabajo no contributivo; además se menciona el uso de modelos de predicción (regresión múltiple y ARIMA/Box-Jenkins) para estandarizar rendimientos. Concluye que el TNC impacta directamente costo y presupuesto, y recomienda herramientas de gestión (como Lean Construction y Six Sigma) para elevar productividad.

Sernaque (2020) en “Evaluación de la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto: construcción de alcantarillas en la provincia de Rioja - San Martín, 2020”, buscó determinar productividad y rendimiento de mano de obra en partidas relevantes del proyecto. La metodología se planteó como aplicada, no experimental, con diseño longitudinal, y alcance descriptivo–explicativo; se utilizaron fichas de recolección de datos por partida para observar cambios en el tiempo. Los resultados para sectores Nueva Rioja, Pablo Mori–Santo Cristo de Bagazán y Cocayacu indican rendimientos altos: trabajos preliminares entre 101.5% y 110.30%, concreto simple entre 93.65% y 99.5%, y concreto armado entre 92.65% y 99.00%; la partida más crítica fue concreto armado, especialmente encofrado y desencofrado, por estar por debajo del expediente técnico. Concluye que el control periódico por partidas permite ubicar cuellos de botella y enfocar acciones donde el rendimiento cae frente a lo programado.

Alvarado (2018) en “Evaluación del rendimiento de mano de obra en partidas incidentes en el proyecto de pavimentación rígida en el barrio Palmira, Huaraz – Ancash, 2018”, tuvo como objetivo determinar el rendimiento real de mano de obra en partidas influyentes del proyecto de pavimentación. La metodología fue no experimental y descriptiva, con registro de cuadrillas y factores de afectación en campo. Los resultados reportan afectación promedio entre 61.81% y 63.10%, y señalan al equipamiento como factor desfavorable con 58%; además se obtuvieron rendimientos in situ por partidas (por ejemplo, encofrado y desencofrado de buzón 6.681 m²/día, concreto en veredas 6.743

m³/día, y varios rendimientos para excavaciones, tuberías y concretos). Concluye que los factores de afectación reducen el rendimiento real frente a lo esperado, por lo que la programación debe apoyarse en datos medidos y no solo en supuestos.

Hugo (2021) en “Determinación del rendimiento de la mano de obra en la construcción de un puesto de control y vigilancia, Rioja, 2018”, buscó determinar rendimientos de mano de obra en partidas como excavación manual, muro de ladrillo, concreto en columnas, encofrado/desencofrado de columnas y tarrajeo. La metodología se define como cuasi experimental, descriptiva, explicativa y longitudinal, comparando rendimientos observados con el expediente técnico y con valores de CAPECO. Los resultados frente al expediente fueron: excavación 104.00%, muro de ladrillo 86.80%, concreto en columnas 88.77%, encofrado/desencofrado 92.50%, tarrajeo 93.50%; y frente a CAPECO: excavación 78.00%, muro 96.44%, concreto 88.77%, encofrado/desencofrado 111.00%, tarrajeo 93.25%. Concluye que el rendimiento cambia según el referente usado (expediente o CAPECO), y que medir en obra permite ajustar mejor la planificación y la comparación.

Rufasto (2018) en “Determinación de los rendimientos de mano de obra, en las partidas de concreto armado en la construcción del palacio municipal de la ciudad de San Ignacio, Cajamarca”, tuvo como objetivo establecer rendimientos reales de mano de obra en concreto, acero y encofrado para zapatas, vigas de cimentación y columnas. La metodología fue descriptiva, con mediciones entre agosto y octubre de 2014 y procesamiento de datos en Excel. Los resultados informan rendimientos promedio: en zapatas 14.88 m³/día de concreto y 407.44 kg/día de acero; en vigas de cimentación 10.16 m²/día de encofrado, 13.28 m³/día de concreto y 314.4 kg/día de acero; en columnas 11.84 m²/día de encofrado, 6.88 m³/día de concreto y 252.08 kg/día de acero. Concluye que las cuadrillas reales pueden diferir de CAPECO y que esa diferencia debe considerarse al estimar aportes unitarios y programaciones.

Félix (2023) en “Factores que afectan el rendimiento de mano de obra en la construcción de elementos estructurales para el puesto de salud Poltocha, 2021”, tuvo

como objetivo identificar factores que influyen en el rendimiento del personal de construcción civil en partidas de zapatas, vigas y columnas. La metodología fue inductivo–deductiva, con fichas técnicas para medir rendimiento y cuestionarios para levantar información de factores; la población y muestra consideraron el 100% del personal que trabajó en la obra, usando 95% de confianza y $p < 0.05$. Los resultados numéricos específicos no se detallan en el resumen que compartiste, pero se afirma que los factores evaluados (seguridad y salud, motivación, conocimiento técnico y control del desempeño) se relacionan con el rendimiento observado. Concluye que el rendimiento en elementos estructurales no depende solo de “trabajar más”, sino de condiciones de seguridad, gestión y control; por eso, el seguimiento sistemático es clave para mejorar resultados.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Rendimiento de mano de obra de partidas estructurales

En obra, el rendimiento de mano de obra expresa cuánta producción real se obtiene con una cantidad determinada de mano de obra medida en horas-hombre (HH); por eso se interpreta como una relación entre “salida” (metrado ejecutado en una partida) y “entrada” (tiempo y personal realmente utilizados). En partidas estructurales (por ejemplo: acero de refuerzo, encofrado y concreto), el rendimiento se calcula sobre el frente de trabajo (tajo) y la cuadrilla, porque ahí se ve la productividad real: interferencias, esperas, re-trabajos, abastecimiento, supervisión y orden del frente impactan directamente en cuántos m^3 , m^2 o kg se logran por HH. Desde gestión de producción, conviene usar el rendimiento junto con su inverso, el consumo de mano de obra (HH por unidad), porque el consumo se conecta más fácil con el costo y permite comparar lo ejecutado contra lo presupuestado por partida y por periodo (Botero Botero, 2002).

3.2.2 Valorización de obra

La valorización de obra es la cuantificación económica del avance físico realmente ejecutado en un periodo, expresada en dinero para sustentar el pago a cuenta y el control contractual; en otras palabras, no es “una estimación”, sino el valor monetario del avance

medido sobre metrados ejecutados y valorizados con los precios del contrato. En contratación pública, la valorización se vincula a la medición y sustento del avance (metrados/partidas) y sirve para controlar el desempeño del proyecto (avance vs. plan, desviaciones y riesgos), dejando trazabilidad para supervisión y control. En Perú, el Reglamento de la Ley de Contrataciones define la valorización como la cuantificación económica del avance físico de la obra en un periodo determinado (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018), y desde control público se enfatiza que la valorización del avance físico debe sostenerse en evidencia verificable (planillas/medición/registro de ejecución) para prevenir pagos indebidos y desviaciones (Contraloría General de la República, 2019).

3.3 Definición de términos

Mano de obra: En obra, la mano de obra es el recurso humano que ejecuta actividades constructivas y cuyo aporte se mide por tiempo de trabajo y/o cantidad producida, afectando directamente los costos y el desempeño del proyecto. En gestión de construcción, se analiza por su utilización, disponibilidad, calificación y eficiencia, porque una variación en su productividad cambia la duración y el costo real de la ejecución (Hendrickson & Au, 2008).

Rendimiento: El rendimiento, entendido como productividad, es una relación entre salida y entrada: cuánto “resultado” se obtiene (metrados/producción) por cada unidad de recurso consumido (horas-hombre, horas-equipo, etc.). En construcción, suele expresarse como unidades producidas por hora de trabajo o su equivalente inverso para comparar frentes, cuadrillas o periodos (Hendrickson & Au, 2008).

Rendimiento de mano de obra: El rendimiento de mano de obra describe la cantidad de trabajo ejecutado por unidad de tiempo del personal, por ejemplo m^2/hh , m^3/hh o kg/hh . Es clave porque permite estimar duraciones, necesidades de personal y costos; además, sirve para detectar pérdidas por esperas, interferencias, mala coordinación o baja supervisión (Hendrickson & Au, 2008).

Consumo de mano de obra: El consumo es la forma “al revés” del rendimiento: representa cuántas horas-hombre se requieren para producir una unidad (p. ej., hh/m^3). Se

usa para presupuestar y controlar porque convierte producción real en “costo de esfuerzo”; si sube el consumo, normalmente estás perdiendo productividad aunque el metrado avance (Hendrickson & Au, 2008).

Cuadrilla: Una cuadrilla es el conjunto organizado de trabajadores (con roles definidos) asignado a una actividad o partida para producir un resultado medible en un frente de trabajo. Su lógica es operativa: se dimensiona para sostener un ritmo de producción y su desempeño se evalúa por productividad, coordinación y balance de cargas (Hendrickson & Au, 2008).

Operario: El operario es el trabajador que ejecuta trabajos especializados en una ocupación (albañilería, carpintería, fierriería, etc.) y tiene capacidad para interpretar y aplicar indicaciones técnicas del oficio, participando de la producción directa con mayor dominio técnico (MEP, s. f.).

Oficial: El oficial es quien apoya al operario en tareas del oficio y puede realizar labores de mediana complejidad bajo dirección, aportando producción directa con menor grado de especialización que el operario (MEP, s. f.).

Peón: El peón es el trabajador encargado de labores generales o auxiliares (acarreos, limpieza, apoyo logístico, etc.), aportando fuerza de trabajo no especializada que sostiene el ritmo operativo del tajo (MEP, s. f.).

Edificación: La edificación es el proceso edificatorio de una obra permanente en un predio destinada a albergar personas y actividades, e incluye sus instalaciones fijas y complementarias asociadas. Esta definición es útil porque delimita el tipo de obra donde se miden rendimientos y valorizaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2021).

Programación de obra: La programación de obra es el resultado de planificar la ejecución del proyecto, detallando intervenciones, etapas y tareas desde el inicio hasta la entrega, dentro de plazos previstos (que pueden variar). Es el marco donde el rendimiento real de mano de obra impacta el avance y las valorizaciones (MVCS, 2021).

Metrado: El metrado es el cálculo o cuantificación del volumen de trabajo ejecutado (o por ejecutar) en una obra, expresado en unidades técnicas (m³, m², kg, und, etc.). Sirve como base objetiva para controlar producción y sustentar pagos por avance (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2018).

Partida: Una partida es cada “tarea” del presupuesto (por ejemplo: encofrado de columnas, acero en vigas, vaciado de concreto), con unidad, metrado, costo y condiciones técnicas. Operativamente, es la unidad mínima típica para medir rendimiento y valorizar (MEF, 2018).

Obra: La obra es la construcción, reconstrucción, remodelación, demolición o renovación de un bien inmueble (u otras intervenciones) que requiere dirección técnica, recursos y control de ejecución. Esta definición importa porque la valorización se hace “sobre la obra” y su avance físico (MEF, 2018).

Presupuesto de obra: El presupuesto de obra es la valoración económica del metrado del proyecto, basada en partidas y precios. En términos prácticos, es la referencia para comparar lo planificado contra lo realmente ejecutado y pagado (MEF, 2018).

Programa de ejecución de obra: Es el documento que desagrega actividades y tiempos para cumplir el plazo contractual, identificando la ruta crítica y el calendario de recursos. Es clave porque el rendimiento de mano de obra altera duraciones reales y puede mover la ruta crítica (MEF, 2018).

Ruta crítica: La ruta crítica es la secuencia de actividades que determina la duración mínima del proyecto; si una actividad crítica se atrasa, el plazo total se afecta. En obra, cambios de rendimiento de cuadrillas suelen “volverse” atrasos críticos (MEF, 2018).

Plazo de ejecución de obra: El plazo es el tiempo contractual disponible para completar la obra conforme a alcance y especificaciones. En control, el plazo se gobierna con programación, ruta crítica y seguimiento; si baja el rendimiento real, el plazo se tensiona (MEF, 2018; MVCS, 2021).

Calendario de avance de obra valorizado: Es la programación del avance expresada en términos monetarios según el presupuesto contractual, distribuida por

periodos (generalmente mensual). Se usa para controlar y comparar lo programado valorizado versus lo ejecutado valorizado (Gobierno Regional La Libertad, 2015).

Valorización de obra: La valorización de obra es la cuantificación económica del avance físico ejecutado en un periodo determinado. En esencia, convierte metrados ejecutados (por partidas) en monto a reconocer/pagar según contrato (MEF, 2018).

Valorización física (avance físico): El avance físico es la medida del progreso real de ejecución en términos de metrados/porcentajes; sirve para verificar el cumplimiento del plan y sustentar valorizaciones. En supervisión y control, se contrasta avance físico con avance financiero para detectar distorsiones (Contraloría General de la República, 2019).

Curva S de avance de obra: La curva S es una representación acumulada (normalmente en %) del avance del proyecto en el tiempo, y suele tener forma “S” por el arranque gradual, el crecimiento acelerado y la desaceleración hacia el cierre. Es útil para comparar plan vs real y visualizar impacto de rendimientos en el comportamiento del avance (fuente de gestión de proyectos).

Acero corrugado: El acero corrugado (barra corrugada) es una barra de acero de sección circular con resaltes que mejoran la adherencia con el concreto, usada como refuerzo en elementos de concreto armado. Su definición técnica destaca la geometría con resaltes y su propósito estructural (Aceros Arequipa, 2020).

Encofrado: El encofrado es el sistema (moldes y soportes) que da forma y contiene al concreto fresco hasta que alcanza resistencia suficiente; incluye paneles, apuntalamientos, amarres y accesorios. En productividad, su montaje/desencofrado suele dominar tiempos y consumo de mano de obra en partidas estructurales (Sharma & Vyas, 2022).

Concreto: El concreto es una mezcla de cemento, agua, agregados (y eventualmente aditivos) que, al fraguar y endurecer, forma un material pétreo con capacidad resistente. En partidas estructurales, su colocación depende fuertemente de logística, encofrado, acero y control de calidad (American Concrete Institute [ACI], s. f.).

Pago por labores a destajo: El pago a destajo es una modalidad donde el trabajador es remunerado por unidad de obra o tarea realizada, en lugar de pagarse por el tiempo trabajado. En construcción, puede elevar productividad si está bien controlado, pero exige reglas claras para evitar riesgos de seguridad, calidad y abusos (International Labour Organization [ILO], 2017).

Criterios de aceptación: Los criterios de aceptación son el conjunto de condiciones que deben cumplirse antes de aceptar formalmente un entregable o resultado. En obra, se vinculan con especificaciones, pruebas, tolerancias y criterios de conformidad antes de reconocer la ejecución (Project Management Institute [PMI], 2024).

Elementos de protección: Los equipos de protección personal son elementos destinados a proteger al usuario frente a riesgos de accidentes o efectos adversos para la salud (casco, guantes, arnés, calzado, etc.). En obra, su uso no es “opcional”: es una barrera mínima cuando el peligro no puede eliminarse (International Labour Organization [ILO], s. f.).

Orden y aseo: El housekeeping es el mantenimiento rutinario del lugar de trabajo para mantener áreas activas libres de escombros, materiales innecesarios y peligros. En construcción, el desorden incrementa accidentes, interferencias y pérdidas de productividad por movimientos y esperas (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], s. f.).

Clima y estado del tiempo: El clima es el promedio de las condiciones del tiempo en un lugar durante periodos largos (clásicamente décadas), mientras que el estado del tiempo describe la condición de la atmósfera en un momento específico (temperatura, precipitación, viento, etc.). En rendimientos, estos factores afectan acceso, seguridad, curado, logística y continuidad de frentes (World Meteorological Organization [WMO], s. f.-a, s. f.-b).

Tajo: El tajo (o frente de trabajo) es el espacio o zona donde se ejecuta una actividad productiva específica dentro de la obra; operativamente, es el lugar donde se

mide rendimiento real porque ahí ocurren interferencias, esperas, abastecimiento y coordinación diaria (Diccionario de la Construcción, s. f.).

IV. Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación puede clasificarse, entre otros criterios, por su finalidad en básica (amplía el conocimiento) y aplicada (busca solución o mejora en un contexto real). La aplicada se caracteriza por usar el conocimiento para atender una necesidad concreta del entorno (Hernández Sampieri et al., 2014).

La tesis se ejecutó como aplicado, porque los rendimientos reales levantados en campo se utilizaron para evaluar su efecto práctico en las valorizaciones del proyecto del

colegio Patabamba, aportando información útil para control de obra, programación y pagos por avance.

4.1.2 Nivel de investigación

Hernández Sampieri et al. explican el “alcance” (frecuentemente llamado nivel) como exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo; el explicativo busca establecer por qué ocurre un fenómeno y en qué medida una variable influye sobre otra, apoyándose en medición y análisis sistemático (Hernández Sampieri et al., 2014).

En la tesis, el nivel fue explicativo, porque se evaluó la incidencia del rendimiento de mano de obra (VI) sobre la valorización de obra (VD), comparando resultados reales contra lo programado y valorizado.

4.1.3 Diseño de investigación

El diseño es el plan lógico que guía cómo se obtendrán los datos para responder la pregunta de investigación. En términos generales, puede ser experimental (manipula variables) o no experimental (observa tal como ocurre), y además puede ser transversal o longitudinal según el momento/periodo de medición (Hernández Sampieri et al., 2014).

El diseño fue no experimental, porque no se manipuló el rendimiento; se observó y registró el desempeño real de cuadrillas en obra y se contrastó con el expediente técnico. Asimismo, fue longitudinal de tipo evolutivo por periodos, porque se registró por día/semana/mes y se analizaron variaciones durante el 2023 (p. ej., meses reportados en los cuadros de seguimiento).

4.1.4 Enfoque de investigación

El enfoque puede ser cuantitativo, cualitativo o mixto. El cuantitativo se basa en mediciones numéricas de variables y análisis (principalmente estadístico o comparativo), buscando objetividad y control del proceso (Hernández Sampieri et al., 2014).

El enfoque fue cuantitativo, porque el rendimiento y la valorización se trabajaron como porcentajes/razones, calculando variaciones (ΔR y ΔV) a partir de producción, horas/hombre, metrados, precios y cronogramas, con procesamiento en Excel.

4.2 Ámbito temporal y espacial

4.1.1 Ámbito temporal

El ámbito temporal define el periodo de observación y recolección, indicando fechas o rangos que enmarcan la obtención de datos (Hernández Sampieri et al., 2014).

El ámbito temporal correspondió al año 2023, registrándose rendimientos y valorizaciones por periodos de control (día/semana/mes) durante la ejecución de partidas estructurales en obra.

4.1.2 Ámbito espacial

El ámbito espacial delimita la ubicación física del estudio (zona, institución, obra, etc.), dejando claro el escenario donde se observaron los fenómenos (Hernández Sampieri et al., 2014).

El estudio se desarrolló en el colegio Patabamba, ubicado en la localidad de Patabamba, distrito de Challhuahuacho, provincia de Cotabambas, región Apurímac; allí se identificaron cuadrillas y se registraron rendimientos en zapatas, vigas de conexión, columnas, vigas y losas aligeradas.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población se refiere a todos los casos/unidades que comparten características definidas por el estudio y sobre los cuales se pretende concluir (Hernández Sampieri et al., 2014).

La población estuvo conformada por las partidas estructurales del colegio Patabamba ejecutadas en 2023 (zapatas, vigas de conexión, columnas, vigas y losas aligeradas) y sus actividades asociadas (armado de acero, encofrado/desencofrado y vaciado de concreto).

4.3.2 Muestra

La muestra es la porción de la población observada; puede ser probabilística o no probabilística, y en ciertos estudios de campo puede trabajarse como censo cuando se mide todo lo accesible o relevante (Hernández Sampieri et al., 2014).

La muestra correspondió a los registros efectivamente levantados en campo para cada periodo de control, considerando producción ejecutada y recurso humano usado por partida, con lo cual se calcularon rendimientos reales y variaciones frente al expediente técnico.

4.4 Instrumentos

Los instrumentos son medios estandarizados para recolectar datos (formatos, escalas, listas, fichas, etc.). Su adecuada selección busca medir variables con orden, claridad y consistencia (Hernández Sampieri et al., 2014).

Se emplearon como instrumentos principales: fichas de recolección de datos en campo, el expediente técnico y su cronograma, y el procesamiento en Excel/hojas de cálculo para calcular rendimientos y variaciones, así como valorizaciones ejecutadas y su variación respecto al cronograma valorizado.

4.5 Procedimientos

Los procedimientos describen, en orden, cómo se realizó la recolección y tratamiento de datos: actividades, secuencia, controles y criterios para asegurar que el proceso sea rastreable (Hernández Sampieri et al., 2014).

El procedimiento consistió en:

- Identificar partidas estructurales y cuadrillas
- Registrar por periodos la producción ejecutada y el recurso humano
- Calcular el rendimiento real y compararlo con el programado
- Determinar la valorización ejecutada con metrados y precios aprobados
- Comparar con el cronograma valorizado y calcular variaciones

4.6 Análisis de datos

El análisis de datos en el enfoque cuantitativo implica organizar, depurar, resumir y analizar mediciones con técnicas como estadística descriptiva y, cuando corresponde,

pruebas inferenciales, para responder objetivos e hipótesis (Hernández Sampieri et al., 2014).

En la tesis, el análisis se basó principalmente en comparaciones porcentuales y variaciones: rendimientos reales versus programados y valorizaciones ejecutadas versus cronograma valorizado, presentando resultados por partidas y por periodos mediante tablas y resúmenes elaborados en Excel.

4.7 Consideraciones éticas

En investigación, la ética exige actuar con honestidad, evitar manipulación de datos, respetar a las personas, reportar resultados con transparencia y el uso correcto de fuentes (Hernández Sampieri et al., 2014).

En el estudio se mantuvo el compromiso de registrar datos reales sin alteraciones, conservando evidencias (formatos y archivos) para permitir verificación. Asimismo, se evitó exponer información sensible del personal, enfocándose en resultados por partidas y cuadrillas como unidades de análisis técnico, y se reportó el proceso de medición y cálculo de forma clara.

V. Resultados y discusión

5.1 Resultados

5.1.1 Ubicación de la obra colegio Patabamba

El presente estudio de rendimiento de mano de obra en partidas estructurales y su incidencia en la valorización de obra se realizó en el colegio Patabamba que se encuentra ubicado en la localidad de Patabamba, distrito de Challhuahuacho, provincia de Cotabambas, en la región de Apurímac; el trabajo de campo consistió en identificar y establecer las cuadrillas para ejecutar las partidas de elementos estructurales tales como, zapatas, vigas de conexión, columnas, vigas y losas aligeradas, y de ellas obtener los rendimientos de vaciado de concreto, encofrado, desencofrado y armado de acero.

Las condiciones climáticas del lugar de estudio por su altitud con respecto al nivel del mar fueron fundamentales e incidieron en los rendimientos obtenidos para los diferentes elementos estructurales (zapatas, vigas de conexión, columnas, vigas y losas aligeradas)

Es así que se procedió a la obtención de rendimientos de mano de obra de las partidas estructurales mediante formato Excel los cuales estarán anexados a la presente investigación. Las tablas y figuras constituidas de aquí hacia adelante forman parte del expediente técnico y por elaboración del investigador; por lo que se presenta resúmenes diarios y semanales de los rendimientos obtenidos en campo en comparación a los rendimientos de los análisis de precios unitarios del expediente técnico.

Figura 1

Ubicación del colegio Patabamba - comunidad de Patabamba - Challhuahuacho - Cotabambas – Apurímac



Nota. Imagen muestra la ubicación de la tesis obtenida de Google Earth – coordenadas UTM.

Figura 2

Presentación del equipo técnico y personal obrero del colegio Patabamba



Nota. Reunión de la presentación del personal técnico ante los operarios y peones la ubicación del lugar está en las Coordenadas 14°08'21.95"S 72°10'51.74"O 4,053M

5.1.2 Rendimiento de mano de obra en zapatas

Armado de acero

Personal. El personal obrero desarrollo las actividades de armado de acero con normalidad, el rendimiento de la cuadrilla conformada por 01 operario y 01 oficial estuvo por encima de lo establecido en el análisis de precio unitarios del expediente técnico. Cabe resaltar que la cuadrilla tuvo la responsabilidad de habilitar, cortar, amarrar y trasladar las parrillas hasta punto de colocado de las zapatas.

Materiales. En cuanto a los materiales necesarios para la ejecución de la partida de acero en zapatas, se tuvieron que implementar materiales como discos de corte para amoladoras y discos para tronzadoras, estos discos no estuvieron presupuestados en el expediente técnico, por lo que genero mayores gastos de costos directos al contratista.

Equipos y herramientas. Al igual que los materiales, fue necesario implementar equipos adicionales a los que estuvieron contemplados en el expediente técnico, tales como: amoladoras, tronzadoras.

Figura 3

Análisis de precios unitarios de acero en zapatas

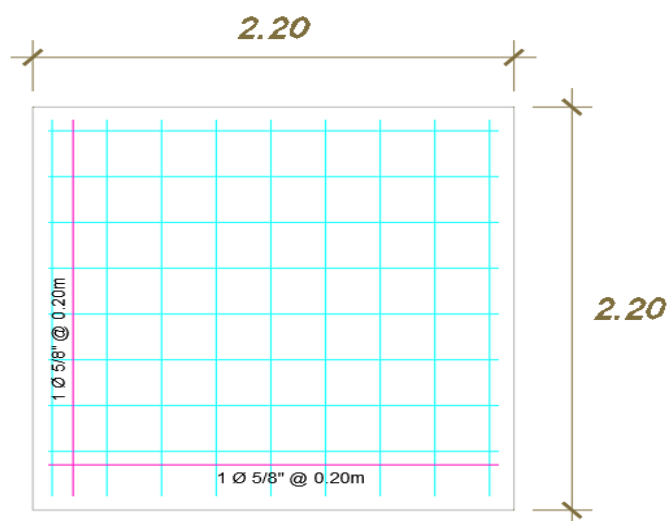
02.01.04.01.01		ACERO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN ZAPATAS				
kg/DIA	250.0000	EQ. 250.0000		Costo unitario directo por : kg		4.96
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0.0600	4.00	0.24
ACERO CORRUGADO F'Y=4200KG/CM2 GRADO 60		kg		1.0700	3.20	3.42
						3.66
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.26	0.04
						0.04

Nota. La figura presenta el análisis de costo unitario directo de la partida “Acero FY = 4200 kg/cm² Grado 60 en zapatas”, desagregado en mano de obra, materiales y

equipos, con rendimiento diario de 250 kg/día. Los costos parciales y el costo unitario por kilogramo se obtuvieron a partir de precios unitarios vigentes y consumos por unidad de producción.

Figura 4

Detalle de acero en zapatas



Z-1

H = 0.50m

Df = 1.90m

Nota. El detalle muestra la disposición y espaciamiento del acero de refuerzo en la zapata Z-1, con dimensiones en planta de 2.20 × 2.20 m y especificación de barras Ø 5/8" a 0.20 m. La información corresponde al expediente técnico del proyecto Colegio Patabamba.

Tabla 2

Rendimientos de acero en zapatas - programado vs ejecutado

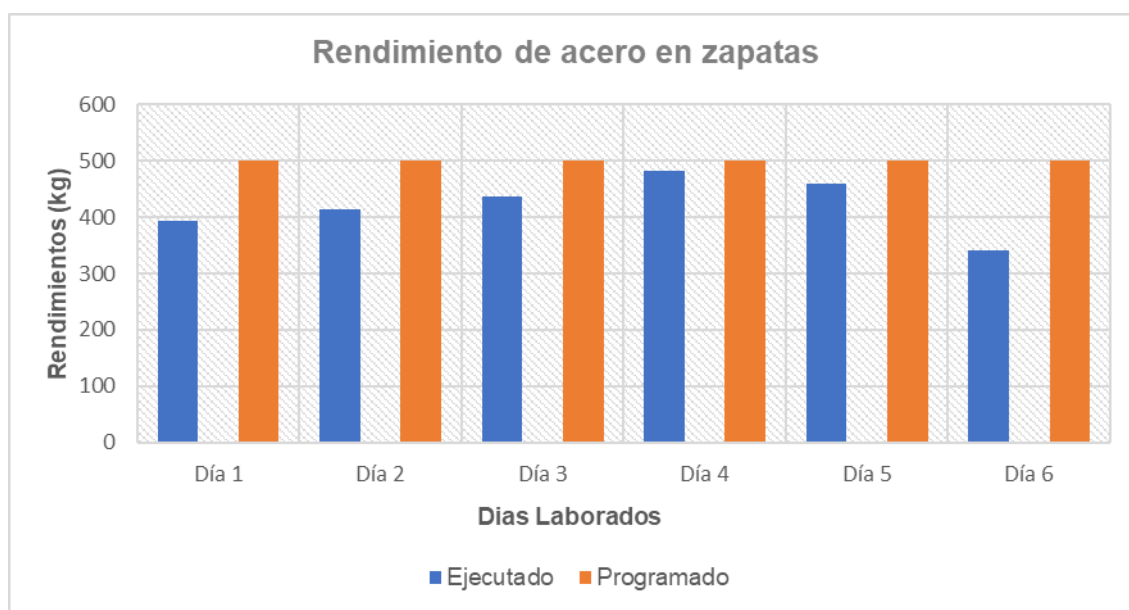
Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/día) - Semana 01						Total (kg)
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Programado	2.00	500	500	500	500	500	500	3000
Ejecutado	1.00	394	415	437	483	459	342	2530

Nota. La tabla presenta la comparación entre los rendimientos programados y ejecutados de acero en zapatas durante la semana 01, considerando número de

cuadrillas y producción diaria. Los datos provienen del expediente técnico del proyecto Colegio Patabamba.

Figura 5

Comparación de rendimientos de acero en zapatas - ejecutado vs programado – semana



Nota. La figura ilustra la variación diaria entre el rendimiento programado y el ejecutado de acero en zapatas durante la semana evaluada. La información fue elaborada a partir de los registros de producción diaria de obra.

Tabla 3

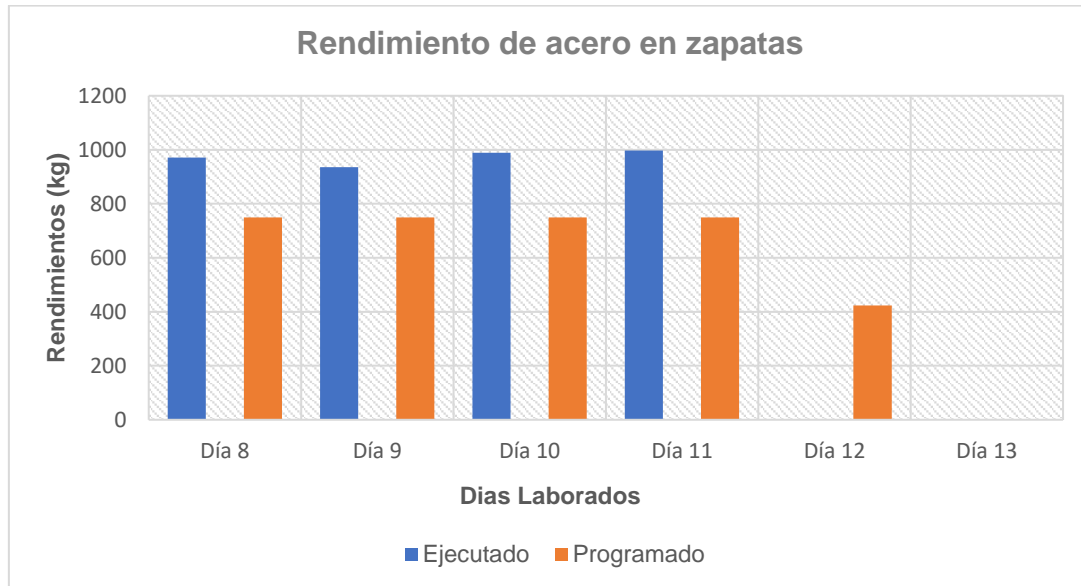
Rendimientos de acero en zapatas - programado vs ejecutado - semana 2

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/día) - Semana 02						Total (kg)
		Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	
Programado	3.00	750	750	750	750	422.8	3422.8	
Ejecutado	2.00	971	935	989	997.8		3892.8	

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de acero en zapatas para la semana 02, considerando producción diaria, cuadrillas asignadas y totales acumulados. Los valores corresponden a información procesada de los controles de obra.

Figura 6

Comparación de rendimientos de acero zapatas-ejecutado vs programada semana 2



Nota. La figura muestra la comparación diaria entre los rendimientos programados y ejecutados de acero en zapatas durante la semana 02. Los datos se obtuvieron de los registros de producción diaria de obra.

Vaciado de concreto

Personal. La cuadrilla para realizar los trabajos de vaciado de concreto en zapatas estuvo establecida por 02 operarios, 02 oficiales, 08 peones, el personal obrero superó los rendimientos establecidos en el expediente técnico del proyecto, por lo tanto, se tuvo un mayor avance. Los vaciados de concreto estuvieron sujetas de acuerdo al avance de los trabajos de excavaciones, perfilado, nivelación y compactación de zapatas, así como el armado de acero. La cuadrilla fue establecida de la siguiente manera; 02 operarios para los trabajos trazo, niveles para vaciado de concreto y acabados y reglado de concreto; 02 oficiales para los trabajos de manejos de equipos, mezcladora y vibradora, 08 peones para el abastecimiento de agregados para la mezcla y traslado de concreto hacia las zapatas.

Materiales. Los materiales descritos en el análisis de precios unitarios fueron suficientes para cumplir con los trabajos de vaciados de concreto, aún así no se

contemplaron materiales de mantenimiento y reposición para los equipos; tales como: grasas, correas, aceites, etc. Lo descrito no afectó el rendimiento de la cuadrilla establecida para realizar los trabajos de vaciado de concreto.

Equipos y herramientas. Los equipos estuvieron en perfectas condiciones, ya que fueron recientemente comprados por el contratista, esto facilitó el vaciado de concreto y favoreció los rendimientos del personal obrero.

Figura 7

Análisis de precios unitarios de concreto en zapatas

02.01.04.01.02		CONCRETO PARA ZAPATAS F'C=210 KG/CM2				
m3/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		371.28	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	21.95	14.05	
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.59	11.26	
PEON	hh	8.0000	2.5600	15.86	40.60	
					65.91	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (Puesto en Obra)	m3		0.6000	60.00	36.00	
ARENA GRUESA (Puesto en Obra)	m3		0.5500	60.00	33.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7000	23.50	227.95	
AGUA	m3		0.1840	0.50	0.09	
GASOLINA	gln		0.0200	13.50	0.27	
					297.31	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	65.91	1.98	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	7.00	2.24	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.3200	12.00	3.84	
					8.06	

Nota. La figura presenta el análisis de costo unitario directo del concreto en zapatas, considerando mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico del proyecto Colegio Patabamba.

Figura 8

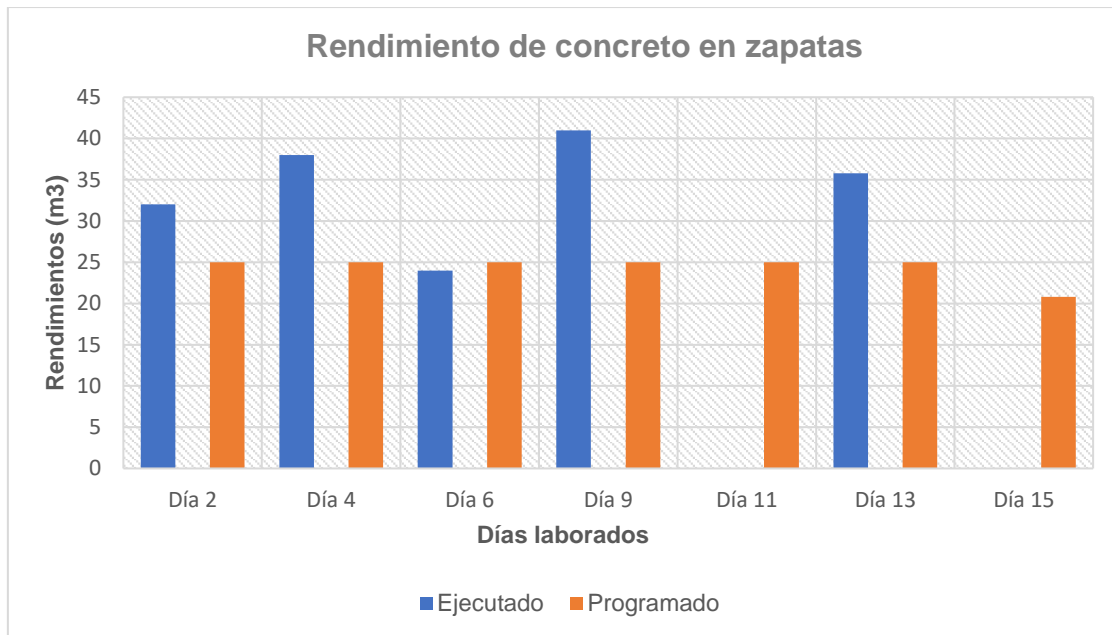
Rendimientos de concreto en zapatas - programado vs ejecutado - semana 1 y 2

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m3/día)							Total (m3)
		Día 2	Día 4	Día 6	Día 9	Día 11	Día 13	Día 15	
Programado	1.00	25	25	25	25	25	25	20.8	170.8
Ejecutado	1.00	32	38	24	41		35.8		170.8

Nota. La figura muestra los rendimientos programados y ejecutados de concreto en zapatas durante las semanas 01 y 02. La información se procesó a partir de los controles de avance físico de obra.

Figura 9

Comparación de rendimientos de concreto en zapatas - ejecutado vs programado – semana 1 y 2



Nota. La figura ilustra la variación entre el rendimiento ejecutado y el programado de concreto en zapatas para los periodos evaluados. Los valores provienen de los registros diarios de producción.

5.1.3 Rendimiento de mano de obra en vigas de conexión

Armado de acero

Personal. El armado de acero en vigas conexión estuvo establecida de acuerdo a los análisis de precios unitarios, estuvo conformado por 01 operario y 01 oficial, al igual que en la partida de armado de acero en zapatas, los rendimientos de armado de acero en vigas de conexión estuvieron por encima de lo establecido en el expediente técnico, lo que se tuvo un mayor avance con respecto a lo programado.

Materiales. En cuanto a los materiales, no se consideraron materiales como discos para amoladoras y tronzadoras, hojas de sierra. Los trabajos en esta partida

consistieron en el corte, habilitación de acero longitudinal, así como el colocado y amarrado de estribos como refuerzo transversal.

Figura 10

Análisis de precios unitarios de concreto en vigas de conexión

02.01.04.03.02 ACERO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN VIGAS DE CONEXIÓN						
kg/DIA	250.0000	EQ.	250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.96	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
					1.26	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	4.00	0.24	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200KG/CM2 GRADO 60	kg		1.0700	3.20	3.42	
					3.66	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.26	0.04	
					0.04	

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del concreto en vigas de conexión, desagregado en mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico.

Equipos y herramientas. En la partida de armado de acero no estuvieron considerados los equipos de amoladora y tronzadoras necesarios para el corte de acero.

Tabla 4

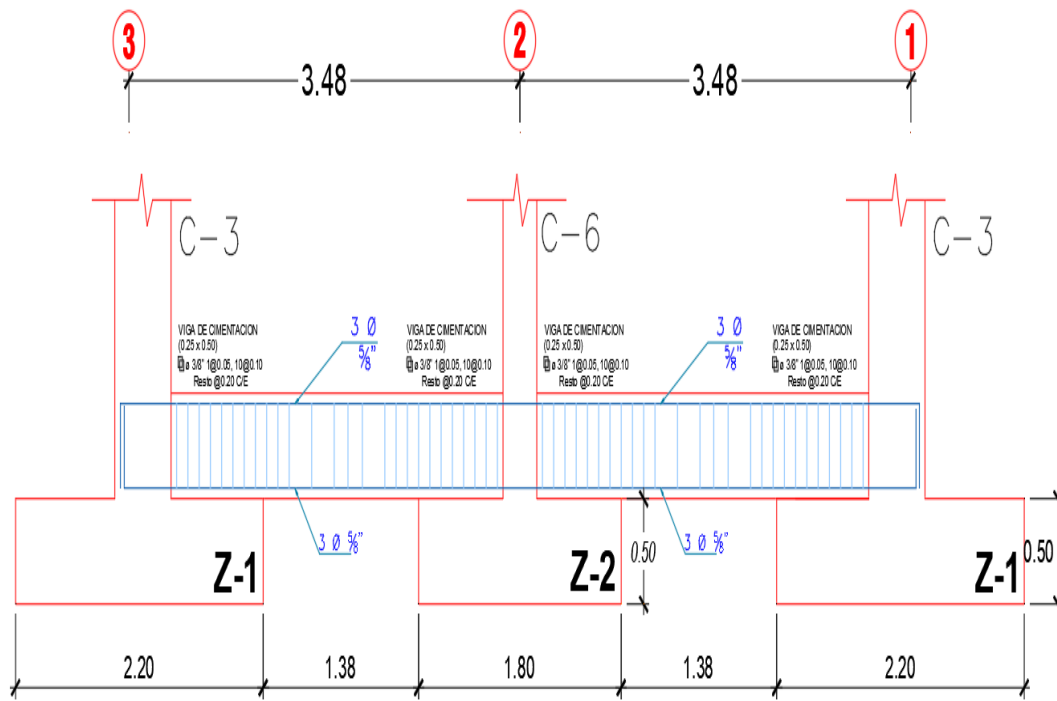
Rendimientos de acero en vigas de conexión-programado vs ejecutado - semana 2 y 3

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/día) - Semana 02 - 03								Total (kg)
		Día 12	Día 13	Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	
Programado	2.00	500	500	500	500	500	500	500	500	3500
Ejecutado	2.00	415	314	562	587	611	573	611	287	3960

Nota. La tabla compara los rendimientos programados y ejecutados de acero en vigas de conexión durante las semanas 02 y 03, considerando cuadrillas y producción diaria acumulada.

Figura 11

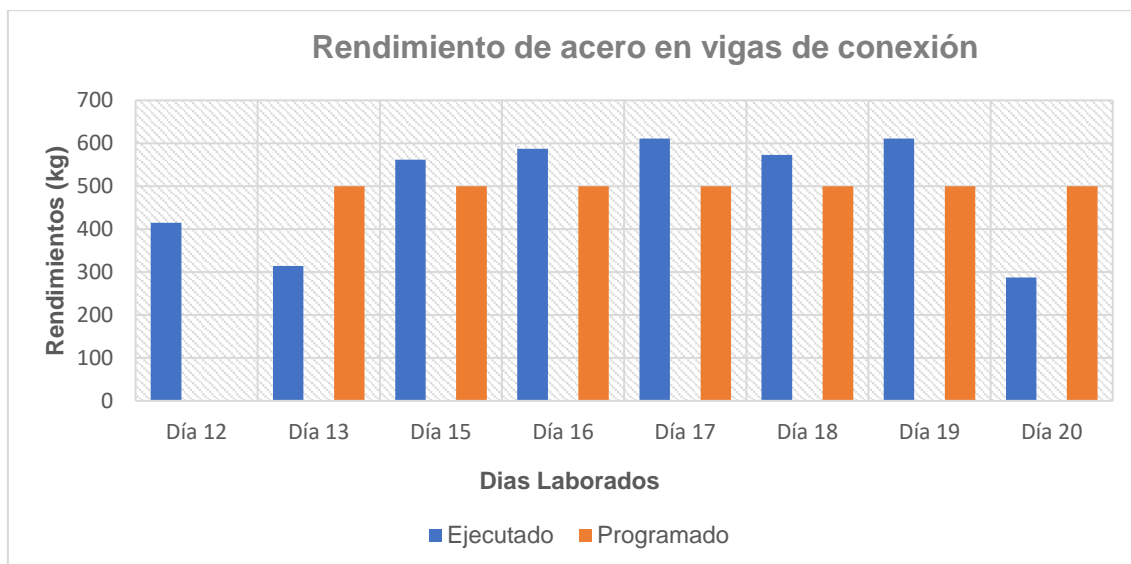
Detalle de acero en vigas de conexión



Nota. El detalle muestra la disposición y configuración del acero de refuerzo en vigas de conexión conforme a los planos estructurales del expediente técnico del proyecto.

Figura 12

Comparación de rendimientos de acero en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 2 y 3



Nota. La figura presenta la comparación gráfica entre los rendimientos ejecutados y programados de acero en vigas de conexión para las semanas evaluadas.

Tabla 5

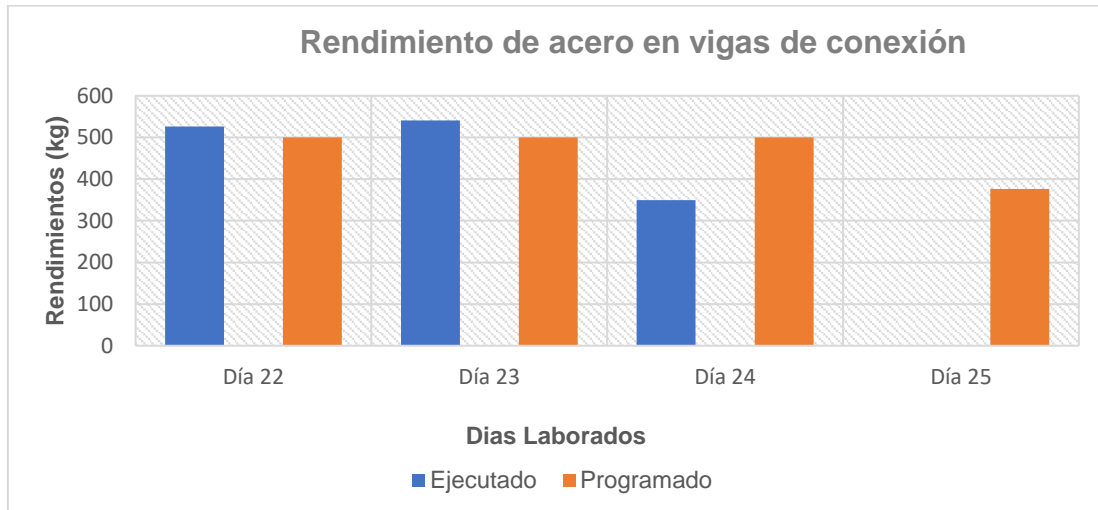
Rendimientos de acero en vigas de conexión - programado vs ejecutado - semana 4

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/día) - Semana 04				Total (kg)
		Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	
Programado	2.00	500	500	500	376.3	1876.3
Ejecutado	2.00	526	541	349.3		1416.3

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de acero en vigas de conexión durante la semana 04, considerando producción diaria, cuadrillas y totales acumulados.

Figura 13

Comparación de rendimientos de acero en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 4



Nota. La figura ilustra la variación diaria entre los rendimientos programados y ejecutados de acero en vigas de conexión durante la semana 04.

Encofrado y desencofrado

Personal. El personal de obra encargado de realizar los trabajos de encofrado y desencofrado de vigas de conexión estuvo conformado por 01 operario, 01 oficial, 0.5 peón, los rendimientos obtenidos en campo fueron superiores a los establecidos en el expediente técnico, esto también debido a que los trabajos se realizaron a nivel de terreno firme, antes de la ejecución de los trabajos de encofrados son necesarios realizar actividades como la habilitación de formas.

Materiales. Los materiales establecidos en el expediente técnico fueron insuficientes para realizar los trabajos de habilitación de formas y el encofrado propiamente dicho realizado en campo, fueron necesarios materiales como discos de corte de madera, 24 dientes, 32 dientes, laca desmoldable o petróleo para los trabajos de desencofrado.

Equipos y herramientas. Los equipos necesarios para la ejecución de esta partida fueron: sierra de mesa, sierra radial o circular manual, los cuales no fueron contemplados en el análisis de precios unitarios. Aún así, teniendo estas complicaciones en obra se tuvieron rendimientos superiores a lo establecido en el expediente técnico.

Figura 14

Análisis de precios unitarios de encofrado en vigas de conexión

02.01.04.03.03		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE VIGAS DE CONEXIÓN					
m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2		50.73	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63		
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73		
PEON	hh	0.5000	0.3333	15.86	5.29		
						31.65	
Materiales							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2500	4.00	1.00		
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1700	4.00	0.68		
MADERA NACIONAL PIENCOFRADO	p2		4.7000	3.50	16.45		
						18.13	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.65	0.95		
						0.95	

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del encofrado en vigas de conexión, considerando mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico.

Tabla 6

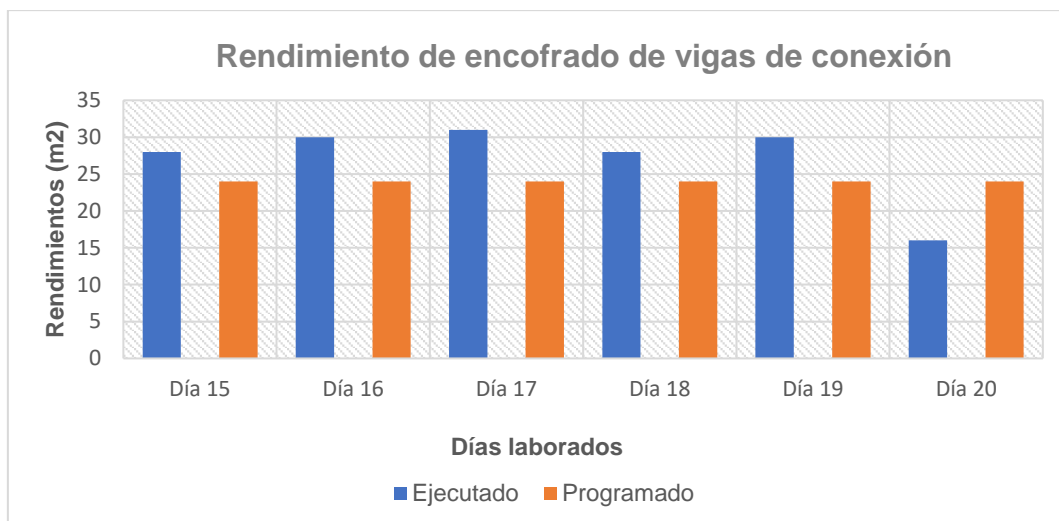
Rendimientos de encofrado en vigas de conexión-programado vs ejecutado-semana 3

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m2/día) Semana 03						Total (m2)
		Día 15	Día 16	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	
Programado	2.00	24	24	24	24	24	24	120
Ejecutado	2.00	28	30	31	28	30	16	147

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos programados y ejecutados de encofrado en vigas de conexión durante la semana 03, considerando cuadrillas y producción diaria.

Figura 15

Comparación de rendimientos de encofrado en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 3



Nota. La figura ilustra la variación entre los rendimientos ejecutados y programados de encofrado en vigas de conexión durante la semana 03.

Tabla 7

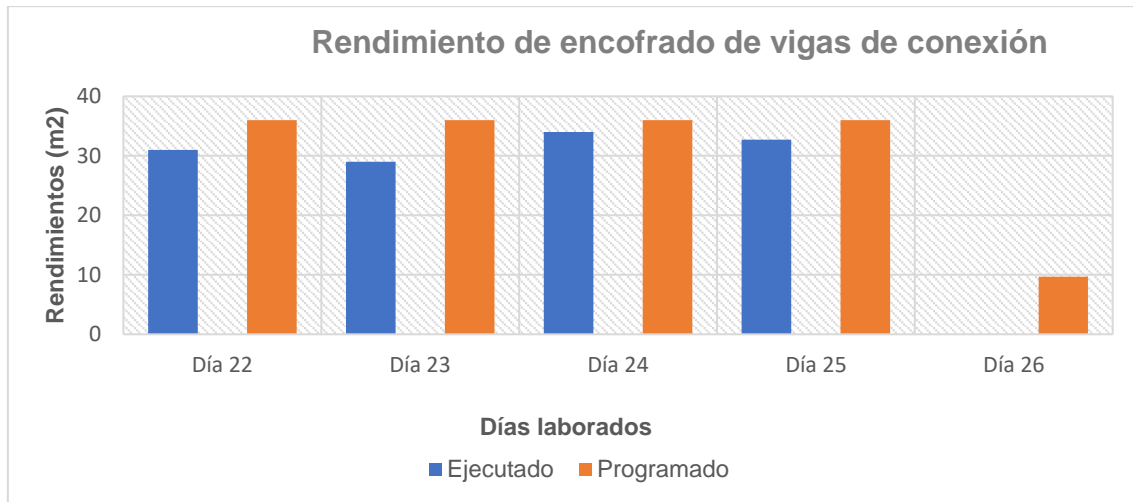
Rendimientos de encofrado en vigas de conexión-programado vs ejecutado-semana 4

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m²/día) Semana 04						Total (m²)
		Día 22	Día 23	Día 24	Día 25	Día 26	Día 27	
Programado	3.00	36	36	36	36	9.7	153.7	
Ejecutado	2.00	31	29	34	32.7		126.7	

Nota. La tabla presenta los rendimientos de encofrado en vigas de conexión para la semana 04, comparando producción programada y ejecutada por periodo.

Figura 16

Comparación de rendimientos de encofrado en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 4



Nota. La figura muestra la comparación gráfica de los rendimientos ejecutados y programados de encofrado en vigas de conexión durante la semana evaluada.

Vaciado de concreto

Personal. La cuadrilla establecida para realizar la ejecución de los trabajos de vaciado de concreto fue de 02 operarios, 02 oficiales, 08 peones, los rendimientos obtenidos en campo fueron superiores a lo establecido en el expediente técnico, la distribución de la cuadrilla fue la siguiente: 01 operario para la colocación de niveles dentro del encofrado mediante cordel y tira línea, 01 operario para trabajos de reglado de concreto en vigas, 01 oficial para el manejo de la mezcladora de concreto, 01 oficial para el manejo de vibradora, 04 peones para la alimentación de agregados, 04 peones para el traslado de mezclado de concreto desde la mezcladora hasta el punto de colocación de concreto en vigas de conexión.

Materiales. Los materiales para la mezcla de concreto fueron suficientes para los trabajos de vaciado de concreto, no se contemplaron materiales para el mantenimiento y reposición de los equipos, vibradora y mezcladora; tales como, aceites, grasas, correas, bugías, etc.

Equipos y herramientas. Los equipos estuvieron en perfectas condiciones, ya que fueron recientemente comprados por el contratista, esto facilitó el vaciado de concreto y favoreció los rendimientos del personal obrero.

Figura 17

Análisis de precios unitarios de concreto en vigas de conexión

02.01.04.03.01 CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 EN VIGAS DE CONEXIÓN							
m3/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m3			389.76
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56		
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07		
PEON	hh	8.0000	3.2000	15.86	50.75		
					82.38		
Materiales							
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (Puesto en Obra)	m3		0.6000	60.00	36.00		
ARENA GRUESA (Puesto en Obra)	m3		0.5500	60.00	33.00		
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7000	23.50	227.95		
AGUA	m3		0.1840	0.50	0.09		
GASOLINA	gln		0.0200	13.50	0.27		
					297.31		
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	82.38	2.47		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	7.00	2.80		
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.4000	12.00	4.80		
					10.07		

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del concreto en vigas de conexión, desagregado en mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico.

Tabla 8

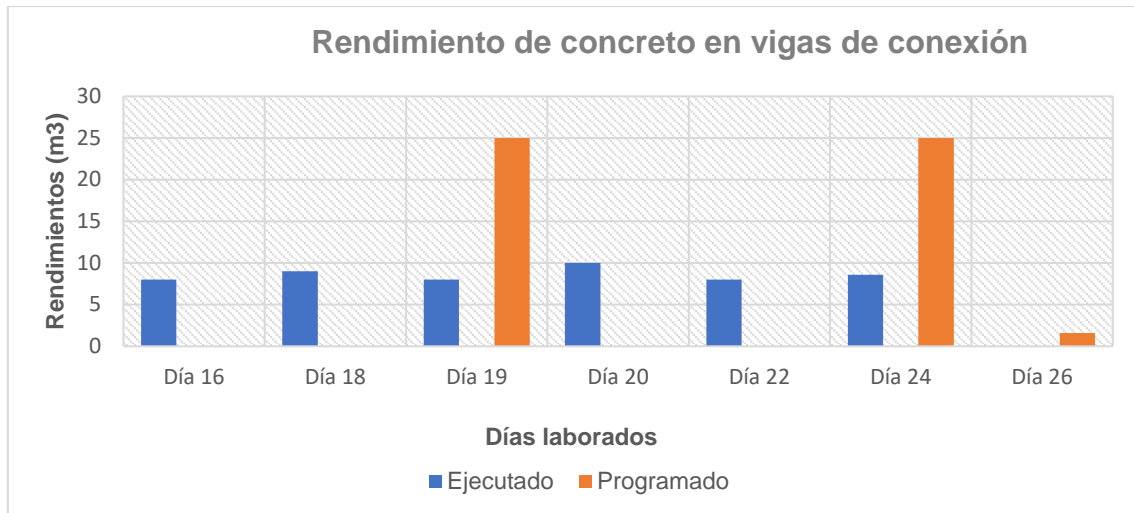
Rendimientos concretos en vigas de conexión-programado vs ejecutado-semana 3 y 4

Descripción	Cuadrilla	Rendimiento (m3/día) Semana 03 y 04							Total (m3)
		Día 16	Día 18	Día 19	Día 20	Día 22	Día 24	Día 26	
Programado	1.00			25			25	1.6	51.6
Ejecutado	1.00	8	9	8	10	8	8.6		51.6

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de concreto en vigas de conexión durante las semanas 03 y 04, considerando producción diaria y totales acumulados.

Figura 18

Comparación de rendimientos de concreto en vigas de conexión - ejecutado vs programado – semana 3 y 4



Nota. La figura ilustra la variación entre el rendimiento ejecutado y el programado de concreto en vigas de conexión para los periodos analizados.

5.1.4 Rendimiento de mano de obra en columnas

Armado de acero

Personal. Los trabajos de armado de acero en columnas fueron ejecutados por 02 cuadrillas comprendidas por 02 operario y 02 oficiales, las cuales durante la primera semana no alcanzaron los rendimientos establecidos por el expediente técnico, la baja productividad se produjo a que las columnas fueron diseñadas en forma de T y L; durante las semanas de ejecución de esta partida fue necesario de más días para cumplir con la terminación de la partida.

Materiales. En cuanto a los materiales, no se consideraron materiales como discos para amoladoras y tronzadoras, hojas de sierra, para el corte y habilitación de acero. Los trabajos en esta partida consistieron en el corte, habilitación de acero longitudinal, así como el colocado y amarrado de estribos como refuerzo transversal. Los rendimientos del personal obrero también fueron afectados debido a se produjo retrasos en su adquisición por parte del contratista.

Equipos y herramientas. En la partida de armado de acero en columnas no estuvieron considerados los equipos de amoladora y tronzadoras necesarios para el corte de acero.

Figura 19

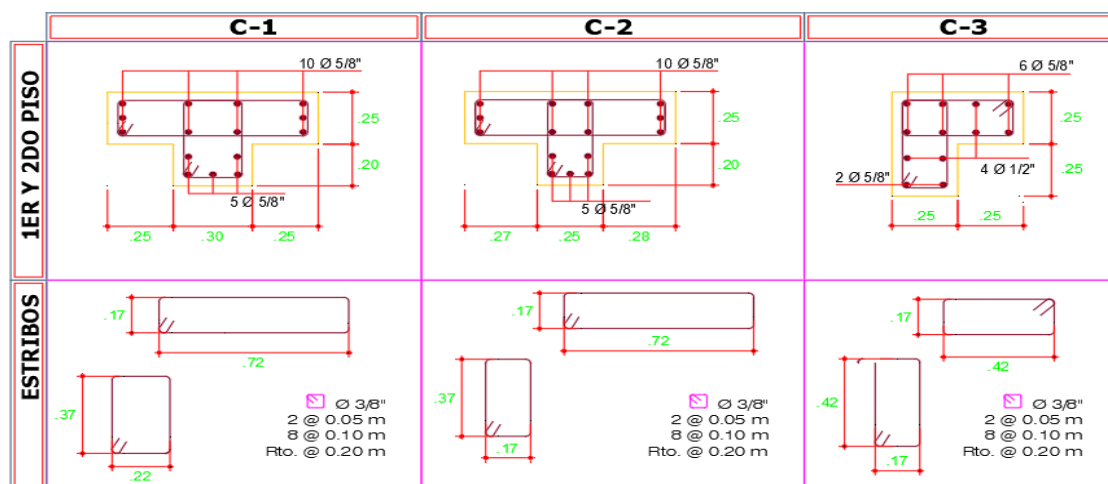
Análisis de precios unitarios de acero en columnas

02.01.04.04.02		ACERO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN COLUMNAS				
kg/DIA	250.0000	EQ	250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.96	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
					1.26	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	4.00	0.24	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200KG/CM2 GRADO 60	kg		1.0700	3.20	3.42	
					3.66	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.26	0.04	
					0.04	

Nota. La figura presenta el análisis de costo unitario directo del acero en columnas, considerando mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico del proyecto.

Figura 20

Detalle de acero en columnas



Nota. El detalle muestra la disposición y configuración del acero de refuerzo en columnas conforme a los planos estructurales del expediente técnico.

Figura 21

Armado de acero en Columnas T en campo



Nota. La figura muestra el proceso de armado de acero en columnas tipo T ejecutado en campo durante la etapa estructural de la obra.

Tabla 9

Rendimientos de acero en columnas - programado vs ejecutado - semana 4 y 5

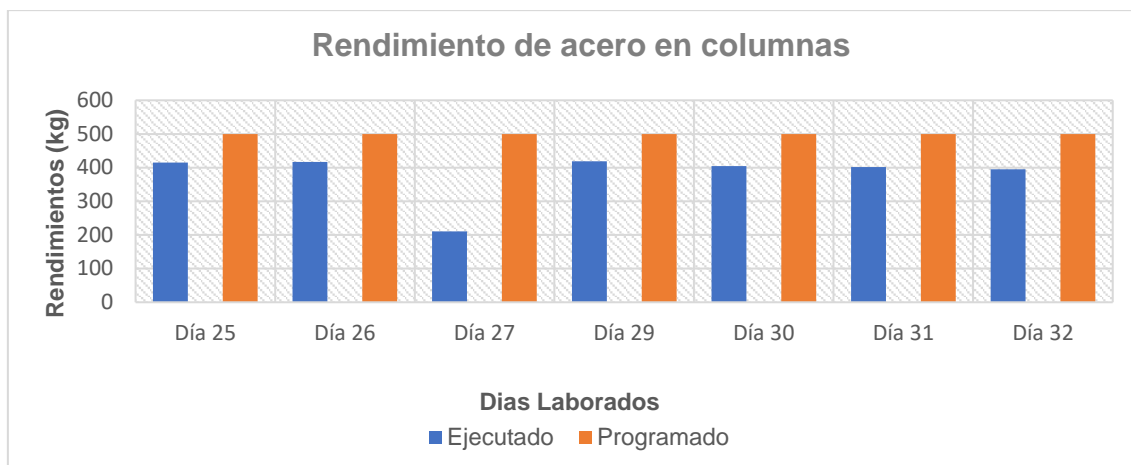
Descripción	Cuadrilla	Rendimiento (kg/día) - Semana 04 - 05							Total (kg)
		Día 25	Día 26	Día 27	Día 29	Día 30	Día 31	Día 32	
Programado	2.00	500	500	500	500	500	500	500	3500
Ejecutado	2.00	415	417	211	419	405	402	395	2664

Nota. La tabla compara los rendimientos programados y ejecutados de acero en columnas durante las semanas 04 y 05, considerando cuadrillas y producción diaria.

Comparación de rendimientos de acero en columnas - ejecutado vs programado – semana 4 y 5

Figura 22

Rendimiento de acero en columnas



Nota. La figura presenta la comparación diaria del rendimiento de acero en columnas entre lo ejecutado y lo programado durante el periodo evaluado.

Tabla 10

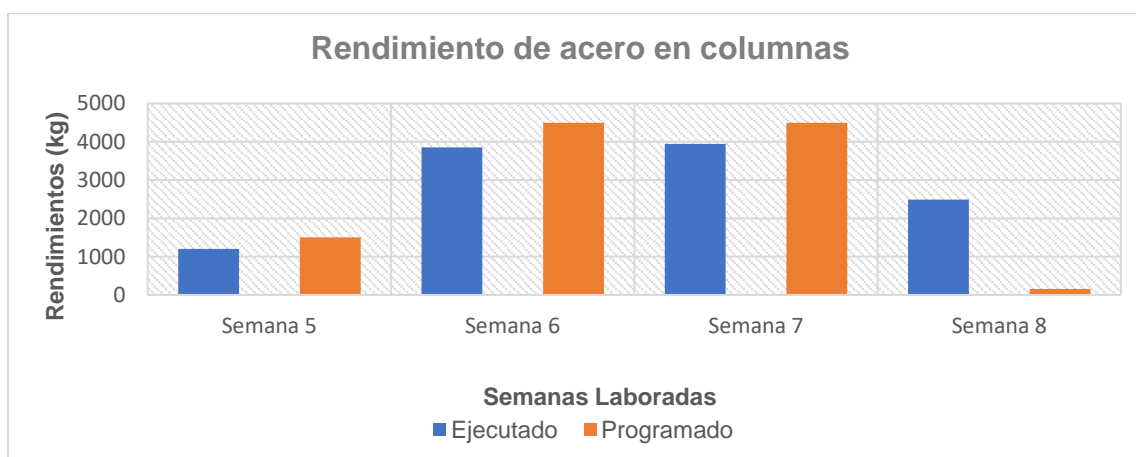
Rendimientos de acero en columnas - programado vs ejecutado - semana 5, 6, 7 y 8

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/semana)				Total (kg)
		Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	
Programado	3.00	1500	4500	4500	157.7	10657.7
Ejecutado	3.00	1204	3856	3945	2488.7	11493.7

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de acero en columnas para las semanas 05 a 08, considerando producción acumulada por periodo.

Figura 23

Comparación de rendimientos de acero en columnas - ejecutado vs programado – semana 5, 6, 7 y 8



Nota. La figura muestra la variación entre los rendimientos ejecutados y programados de acero en columnas durante las semanas evaluadas.

Encofrado y desencofrado

Personal. Los trabajos de encofrado en columnas fueron ejecutados por 03 cuadrillas conformadas por 03 operarios, 03 oficiales y 02 peones; para la ejecución de los trabajos de encofrado en columnas fueron necesarios trabajos previos como la habilitación y armado de paneles elaboradas en la sección de carpintería, una vez construidos los paneles fueron trasladados a punto de columnas para su izado y colocado; durante el encofrado se presentaron dificultades debido a las formas de las columnas, T y L, lo cual produjo retrasos, se incurrió en sobrecostos ya que fueron días adicionales para la conclusión de los trabajos. Los rendimientos del personal obrero estuvieron por debajo de lo establecido en el expediente técnico.

Materiales. Para los encofrados fueron necesarios materiales como discos para el corte y habilitación de madera, se implementaron materiales como triplay fenólico para un mejor acabado.

Equipos y herramientas. Fueron necesarios la implementación de sierra de mesa, sierra circular o manual para el corte de listones y planchas de triplay para la habilitación de formas de encofrado.

Figura 24

Análisis de precios unitarios de encofrado en columnas

02.01.04.04.03		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS				
m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	50.93	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63	
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73	
PEON	hh	0.5000	0.3333	15.86	5.29	
					31.65	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	4.00	1.20	
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1700	4.00	0.68	
MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO	p2		4.7000	3.50	16.45	
					18.33	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.65	0.95	
					0.95	

Nota. La figura ilustra la comparación gráfica de los rendimientos ejecutados y programados de acero en columnas para los periodos analizados.

Figura 25

Encofrado de Columnas T en campo



Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del encofrado en columnas, considerando mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico.

Tabla 11

Rendimientos de encofrado en columnas - programado vs ejecutado - semana 4 y 5

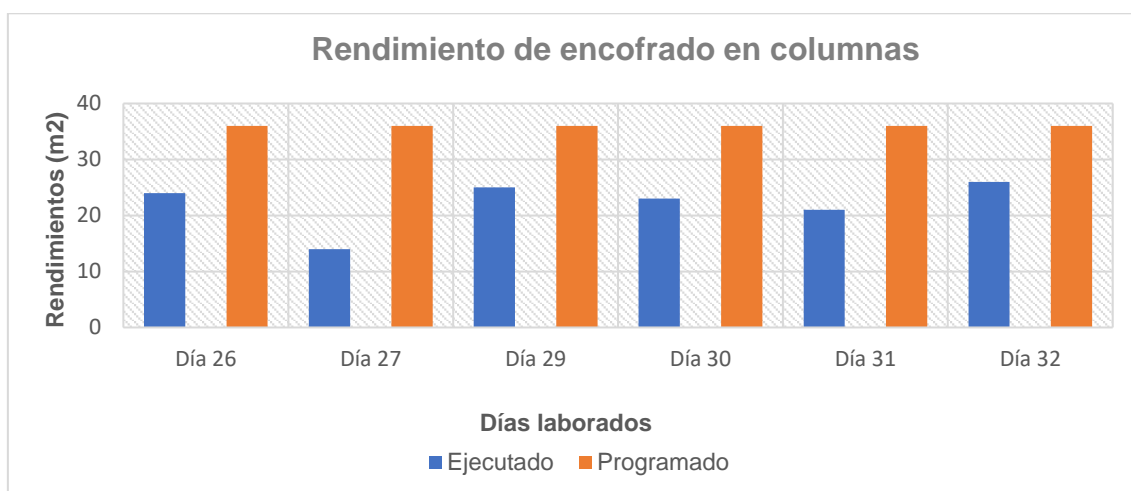
Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m2/día) Semana 04 - 05	Total (m2)
-------------	------------	-------------------------------------	------------

		Día 26	Día 27	Día 29	Día 30	Día 31	Día 32	
Programado	3.00	36	36	36	36	36	36	216
Ejecutado	3.00	24	14	25	23	21	26	133

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos programados y ejecutados de encofrado en columnas durante las semanas 04 y 05.

Figura 26

Comparación de rendimientos de encofrado en columnas - ejecutado vs programado – semana 4 y 5



Nota. a figura muestra el proceso de encofrado de columnas tipo T ejecutado en campo durante la etapa estructural de la obra.

Tabla 12

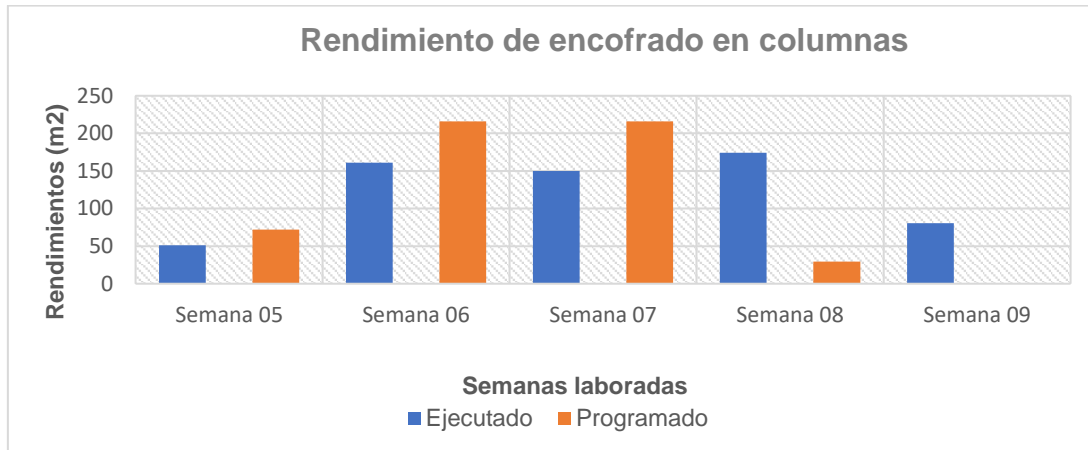
Rendimientos de encofrado en columnas - programado vs ejecutado – semana 5, 6, 7, 8 y 9

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m2/semana)					Total (m2)
		Semana 05	Semana 06	Semana 07	Semana 08	Semana 09	
Programado	3.00	72	216	216	29.59		533.59
Ejecutado	3.00	51	161	150	174	80.6	616.6

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de encofrado en columnas para las semanas 05 a 09, considerando producción acumulada.

Figura 27

Comparación de rendimientos de encofrado en columnas - ejecutado vs programado – semana 5, 6, 7, 8 y 9



Nota. La figura ilustra la variación entre los rendimientos ejecutados y programados de encofrado en columnas durante las semanas evaluadas.

Vaciado de concreto

Personal. El personal establecido para la ejecución de los trabajos de vaciado de concreto en columnas fue de 02 operarios, 02 oficiales, 08 peones, los rendimientos obtenidos en campo fueron inferiores a lo redactado en el análisis de precios unitarios, estos retrasos se debieron a que el procedo de colocado de concreto fue mediante baldes y el aumento personal para agilizar los trabajos solo contribuiría a la aglomeración en el vertido de concreto en las columnas.

Materiales. Los materiales para la mezcla de concreto fueron suficientes para los trabajos de vaciado de concreto, no se contemplaron materiales para el mantenimiento y reposición de los equipos, vibradora y mezcladora; tales como, aceites, grasas, correas, bugías, etc.

Equipos y herramientas. De acuerdo al proceso constructivo fue necesario la implementación de andamios metálicos para proceder a los vaciados de concreto los cuales no estuvieron contemplados en la elaboración de los análisis de precios unitarios.

Figura 28*Análisis de precios unitarios de concreto en columnas*

02.01.04.04.01 CONCRETO EN COLUMNAS F'c=210 KG/CM2						
m3/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m3		551.44
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	3.0000	2.4000	21.95	52.68	
OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	17.59	28.14	
PEON	hh	10.0000	8.0000	15.86	126.88	
					207.70	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (Puesto en Obra)	m3		0.6000	60.00	36.00	
ARENA GRUESA (Puesto en Obra)	m3		0.5500	60.00	33.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7000	23.50	227.95	
ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	gln		1.0000	25.00	25.00	
AGUA	m3		0.1850	0.50	0.09	
GASOLINA	gln		0.0200	13.50	0.27	
					322.31	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	207.70	6.23	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	7.00	5.60	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.0000	0.8000	12.00	9.60	
					21.43	

Nota. La figura muestra la comparación gráfica de los rendimientos ejecutados y programados de encofrado en columnas para los periodos analizados.

Figura 29*Vaciado de concreto en Columnas T*

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del concreto en columnas, desagregado en mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico.

Tabla 13

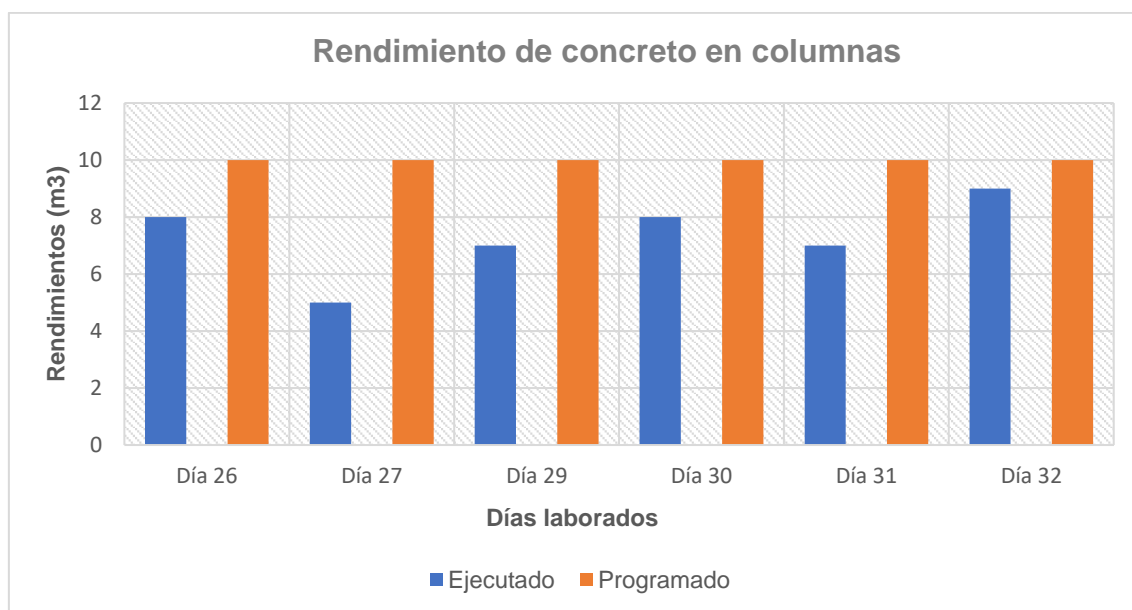
Rendimientos de concreto en columnas - programado vs ejecutado – semana 4 y 5

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m3/día) Semana 04 - 05						Total (m3)
		Día 26	Día 27	Día 29	Día 30	Día 31	Día 32	
Programado	1.00	10	10	10	10	10	10	50
Ejecutado	1.00	8	5	7	8	7	9	44

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de concreto en columnas durante las semanas 04 y 05.

Figura 30

Comparación de rendimientos de concreto en columnas - ejecutado vs programado – semana 4 y 5



Nota. La figura muestra la comparación diaria de los rendimientos de concreto en columnas entre lo ejecutado y lo programado durante las semanas 04 y 05. Los valores reflejan la variación del rendimiento real respecto al cronograma establecido.

Tabla 14

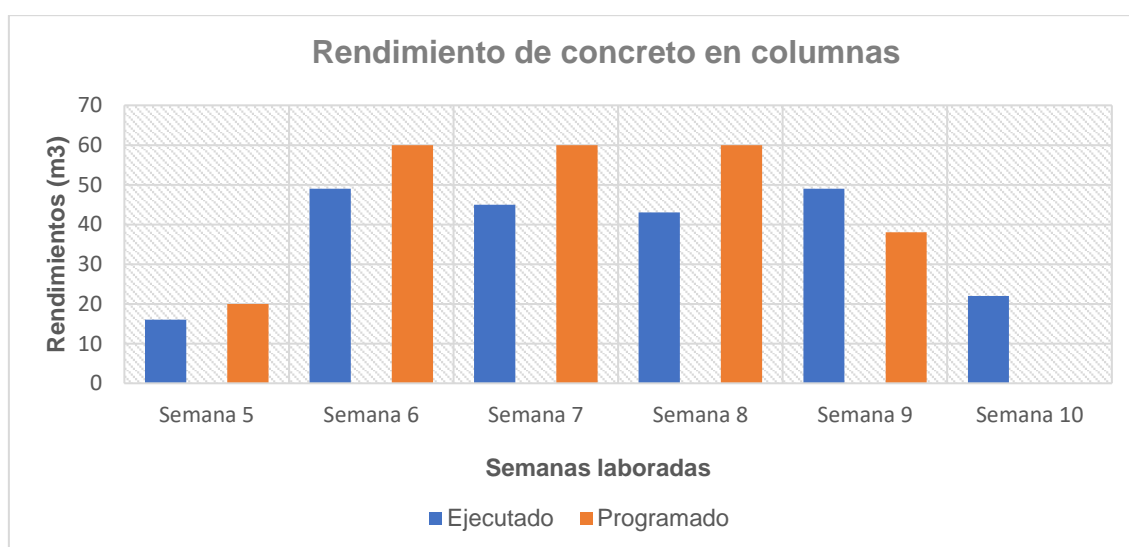
Rendimientos de concreto en columnas - programado vs ejecutado – semana 5, 6, 7, 8, 9 y 10

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m3/semana)						Total (m3)
		Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	
Programado	1.00	20.00	60	60	60	38		218
Ejecutado	1.00	16	49	45	43	49	22	224

Nota. La tabla presenta la comparación de los rendimientos programados y ejecutados de concreto en columnas durante las semanas 05 a 10, considerando producción acumulada por periodo.

Figura 31

Comparación de rendimientos de concreto en columnas - ejecutado vs programado – semana 5, 6, 7, 8, 9 y 10



Nota. La figura muestra la variación entre los rendimientos ejecutados y programados de concreto en columnas a lo largo de los periodos evaluados.

5.1.5 Rendimiento de mano de obra en vigas

Armado de acero

Personal. Los trabajos de armado de acero en vigas se vieron afectadas drásticamente por el rendimiento debido a que las vigas son inclinadas, los rendimientos

obtenidos en obra fueron menores a los contemplados en el expediente técnico, se tuvieron que implementar mayor cantidad de cuadrillas para intentar alcanzar los trabajos programados y fueron necesarios más días para completar la totalidad de los metrados, los trabajos en altura ameritaron una mayor concentración para su ejecución.

Materiales. En cuanto a los materiales, no se consideraron materiales como discos para amoladoras y tronadoras, hojas de sierra, para el corte y habilitación de acero. Los trabajos en esta partida consistieron en el corte, habilitación de acero longitudinal, así como el colocado y amarrado de estribos como refuerzo transversal. Para proceder con los trabajos de armado de acero en vigas fue necesario el encofrado de base de viga, lo que conllevó también a que se generen retrasos.

Equipos y herramientas. De acuerdo al proceso constructivo fueron necesarios la implementación de andamios metálicos para la movilización del personal obrero, así como los implementos y equipos de seguridad ya que se desarrollaron trabajos en altura.

Figura 32

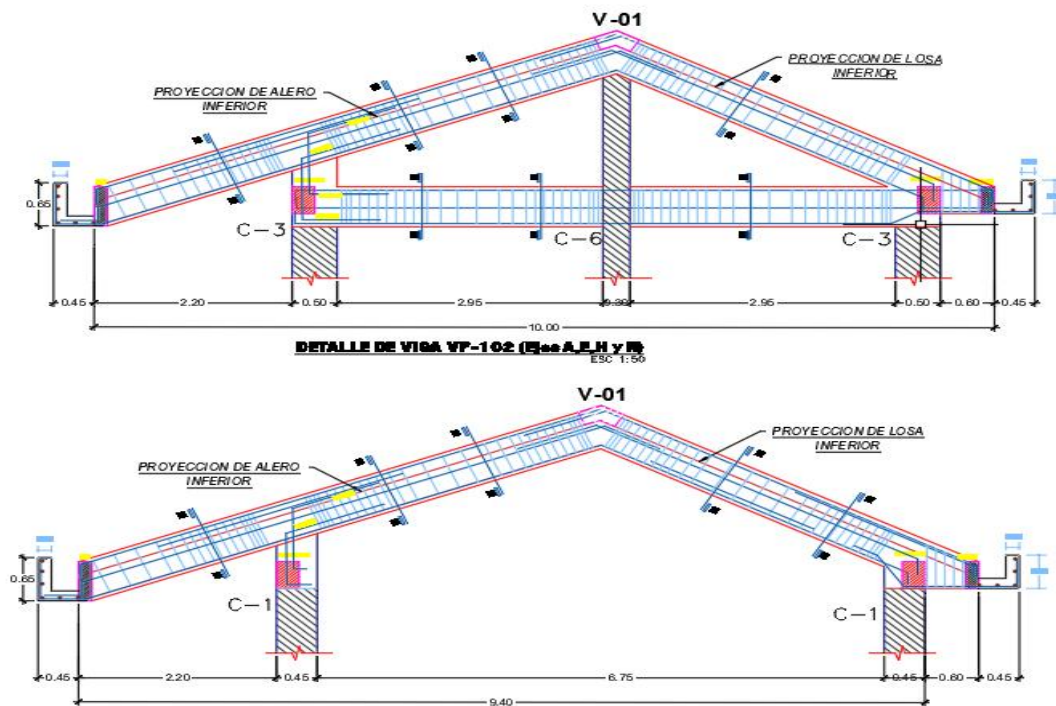
Análisis de precios unitarios de acero en vigas

02.01.04.06.02		ACERO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN VIGAS				
kg/DIA	250.0000	EQ	250.0000	Costo unitario directo por : kg	4.96	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70
OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56
						1.26
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0.0600	4.00	0.24
ACERO CORRUGADO F'Y=4200KG/CM2 GRADO 60		kg		1.0700	3.20	3.42
						3.66
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.26	0.04
						0.04

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del acero en vigas, desagregado en mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico.

Figura 33

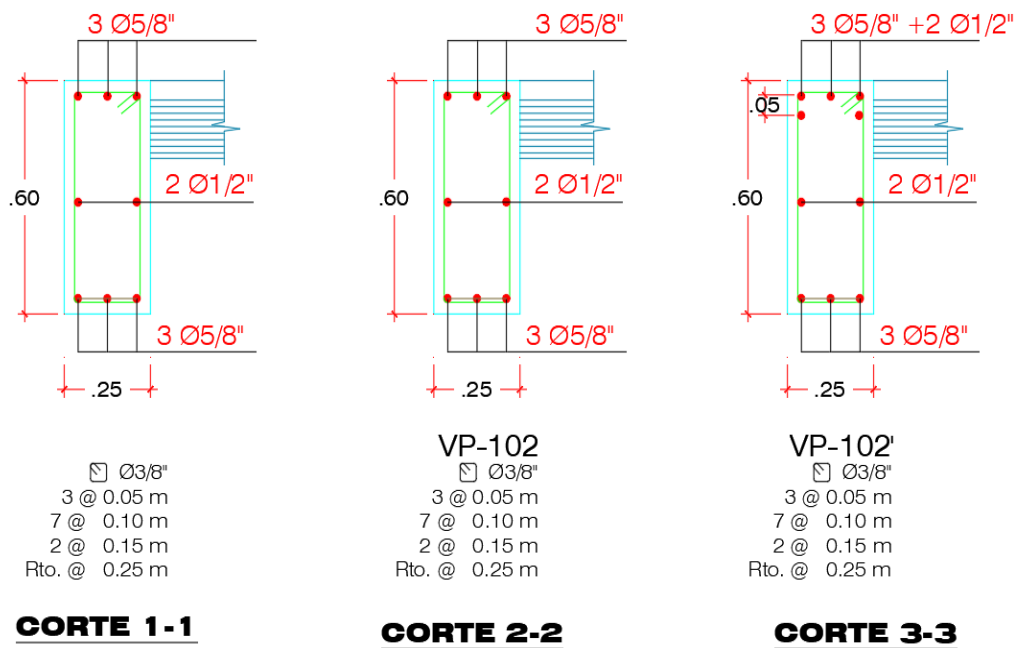
Detalle de acero longitudinal en vigas inclinadas



Nota. El detalle muestra la disposición del acero longitudinal en vigas inclinadas, indicando diámetros y configuración estructural conforme a planos.

Figura 34

Detalle de acero transversal de vigas inclinadas



Nota. El detalle presenta la configuración del acero transversal en vigas inclinadas, especificando estribos y espaciamientos según el expediente técnico.

Figura 35

Armado de acero longitudinal y transversal en vigas inclinadas



Nota. La figura muestra el proceso de armado del acero longitudinal y transversal en vigas inclinadas ejecutado en campo.

Tabla 15

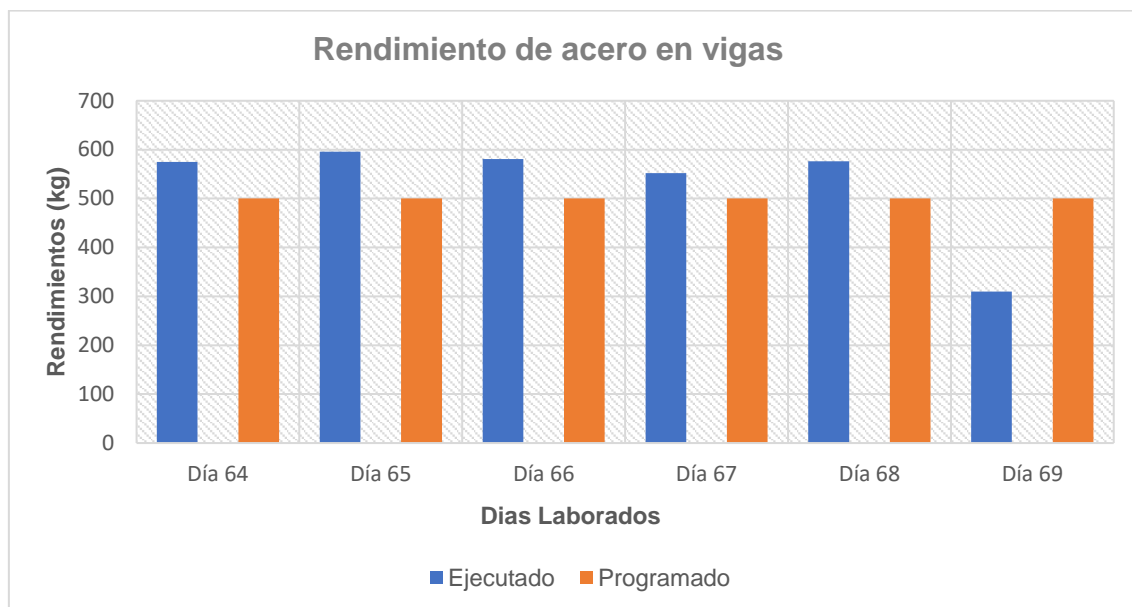
Rendimientos de acero en vigas - programado vs ejecutado – semana 10

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/día) - Semana 10						Total (kg)
		Día 64	Día 65	Día 66	Día 67	Día 68	Día 69	
Programado	2.00	500	500	500	500	500	500	3000
Ejecutado	3.00	575	596	581	552	576	310	3190

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de acero en vigas durante la semana 10, considerando producción diaria y cuadrillas asignadas.

Figura 36

Comparación de rendimientos de acero en vigas - ejecutado vs programado – semana 10



Nota. La figura ilustra la variación diaria entre los rendimientos ejecutados y programados de acero en vigas durante la semana evaluada.

Tabla 16

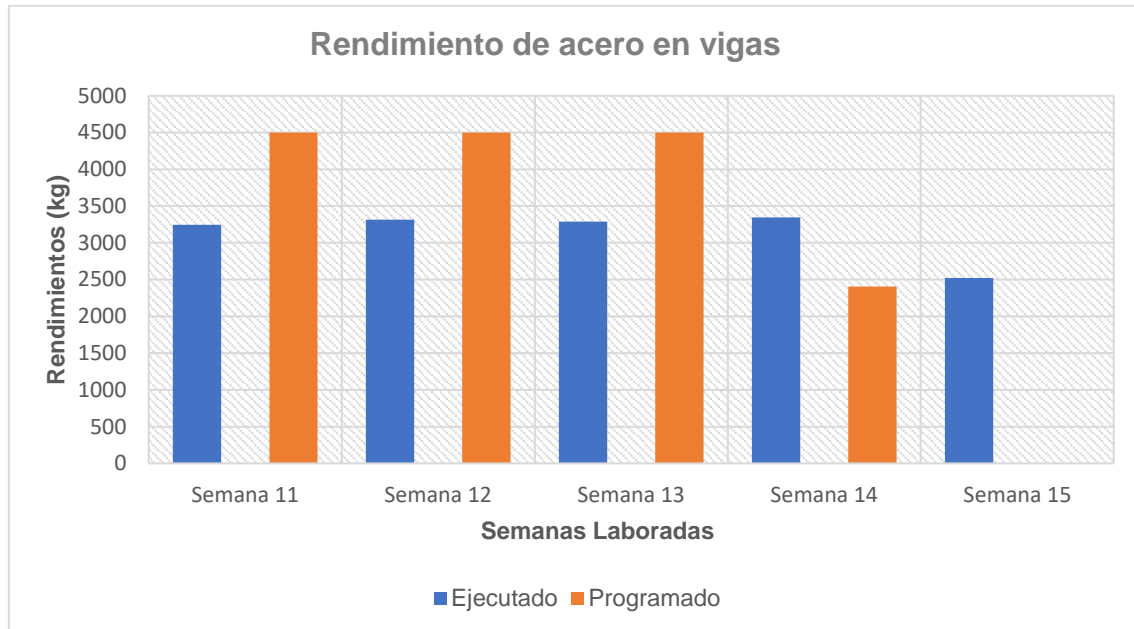
Rendimientos de acero en vigas - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14 y 15

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/semana)					Total (kg)
		Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	
Programado	3.00	4500	4500	4500	2405.4		15905.4
Ejecutado	3.00	3245	3315	3289	3346	2520.4	15715.4

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de acero en vigas para las semanas 11 a 15, considerando producción acumulada.

Figura 37

Comparación de rendimientos de acero en vigas - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14 y 15



Nota. La figura muestra la comparación gráfica de los rendimientos ejecutados y programados de acero en vigas para los periodos analizados.

Encofrado y desencofrado

Personal. Los trabajos de encofrado en vigas fueron ejecutados por 03 cuadrillas conformadas por 03 operarios, 03 oficiales y 02 peones; para la ejecución de los trabajos de encofrado en vigas fueron necesarios trabajos previos como la habilitación y armado de paneles elaborados en la sección de carpintería, una vez construidos los paneles fueron trasladados a punto de colocación de vigas; durante el encofrado se presentaron dificultades debido a las vigas tuvieron una configuración inclinada, lo cual produjo retrasos, se incurrió en sobrecostos ya que fueron días adicionales para la conclusión de los trabajos. Los rendimientos del personal obrero estuvieron por debajo de lo establecido en el expediente técnico. Así también es importante mencionar que por algunos días no se tuvo el abastecimiento de pies derechos para la elaboración de puntales verticales indispensables para el colocado de encofrado para base de viga.

Materiales. Para los trabajos de encofrados en vigas fueron la implementación de laca desmoldante para los trabajos posteriores de desencofrado, se tuvieron que implementar panel para encofrado en forma diagonal debido a la inclinación de las vigas lo que produjo que se tengan bajos rendimientos, así también los trabajos en altura mermaron los rendimientos del personal obrero.

Equipos y herramientas. Así también fueron necesarios la implementación de andamios metálicos para el ascenso y descenso del personal obrero, adicionalmente se usaron escaleras metálicas.

Figura 38

Análisis de precios unitarios de encofrado en vigas

02.01.04.06.03 ENCOFRADO Y DESNCOFRADO NORMAL EN VIGAS						
m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		50.73	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63	
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73	
PEON	hh	0.5000	0.3333	15.86	5.29	
					31.65	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	kg		0.2500	4.00	1.00	
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.1700	4.00	0.68	
MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO	p2		4.7000	3.50	16.45	
					18.13	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.65	0.95	
					0.95	

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del encofrado en vigas, considerando mano de obra, materiales y equipos.

Figura 39*Encofrado de fondo de vigas inclinadas*

Nota. La figura muestra el proceso de encofrado del fondo de vigas inclinadas, evidenciando el armado y apuntalamiento en obra.

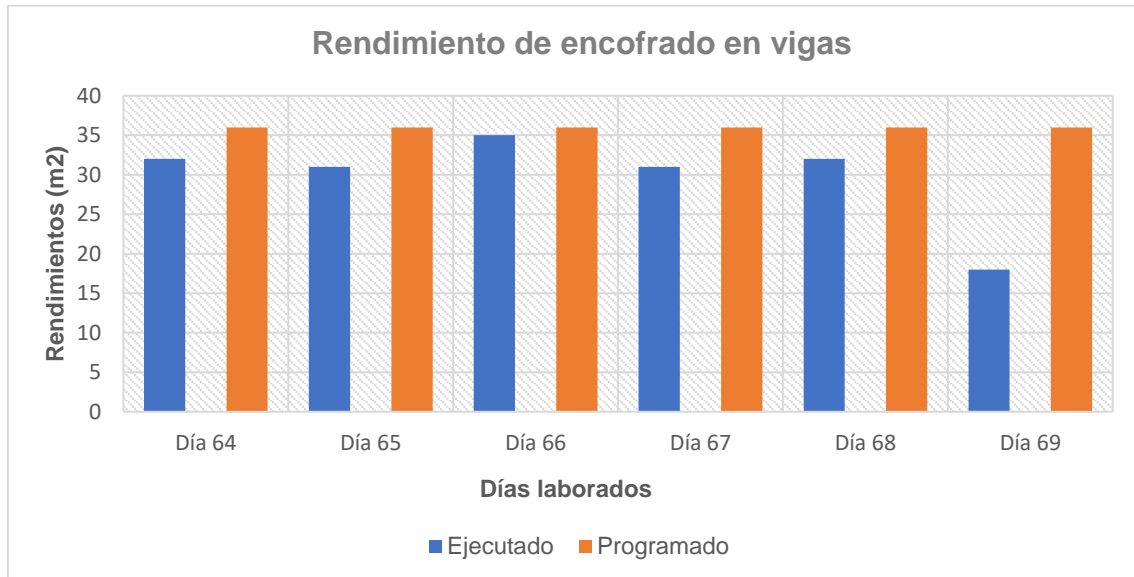
Tabla 17*Rendimientos de encofrado en vigas - programado vs ejecutado – semana 10*

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m2/día) Semana 10						Total (m2)
		Día 64	Día 65	Día 66	Día 67	Día 68	Día 69	
Programado	3.00	36	36	36	36	36	36	216
Ejecutado	3.00	32	31	35	31	32	18	179

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de encofrado en vigas durante la semana 10, según producción diaria.

Figura 40

Comparación de rendimientos de encofrado en vigas - ejecutado vs programado – semana 10



Nota. La figura ilustra la variación entre los rendimientos ejecutados y programados de encofrado en vigas durante la semana evaluada.

Tabla 18

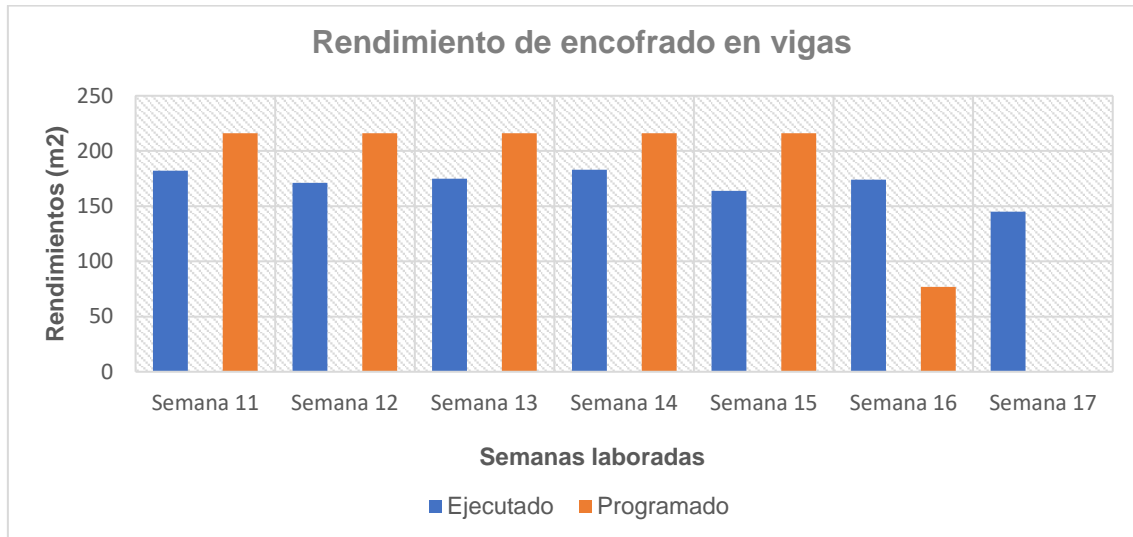
Rendimientos de encofrado en vigas - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m2/semana)							Total (m2)
		Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	
Programado	3.00	216	216	216	216	216	76.9		1157
Ejecutado	3.00	182	171	175	183	164	174	144.9	1194

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de encofrado en vigas para las semanas 11 a 17, considerando producción acumulada.

Figura 41

Comparación de rendimientos de encofrado en vigas - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17



Nota. a figura muestra la comparación gráfica de los rendimientos ejecutados y programados de encofrado en vigas para los periodos analizados.

Vaciado de concreto

Personal. De acuerdo a los trabajos programados de la partida vaciado de concreto en vigas y al rendimiento obtenido en campo, el personal obrero superó los rendimientos establecidos en el expediente técnico, los trabajos realizados por la cuadrilla establecida fueron, 02 operarios realizaron actividades de manejo de winche eléctrico, reglado y acabado de concreto, 02 oficiales realizaron el manejo de mezcladora y vibradora, 08 peones, abastecimiento de agregados y traslado de concreto.

Materiales. Los materiales para la mezcla de concreto fueron suficientes para los trabajos de vaciado de concreto, no se contemplaron materiales para el mantenimiento y reposición de los equipos, vibradora y mezcladora; tales como, aceites, grasas, correas, bugías, etc.

Equipos y herramientas. De acuerdo al análisis de precios unitarios, se contempló el uso de winche eléctrico de dos baldes para facilitar el traslado de mezcla de concreto lo que favoreció el rendimiento del personal obrero

Figura 42*Análisis de precios unitarios de concreto en vigas*

02.01.04.06.01		CONCRETO EN VIGAS F'C=210 KG/CM2					
m3/DIA	20.0000	EQ	20.0000	Costo unitario directo por : m3		416.83	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56	
OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07	
PEON		hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44	
						95.07	
Materiales							
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (Puesto en Obra)		m3		0.6000	60.00	36.00	
ARENA GRUESA (Puesto en Obra)		m3		0.5500	60.00	33.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		9.7000	23.50	227.95	
AGUA		m3		0.1850	0.50	0.09	
GASOLINA		gln		0.0200	13.50	0.27	
						297.31	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	95.07	2.85	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.4000	7.00	2.80	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.4000	12.00	4.80	
WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP		hm	1.0000	0.4000	35.00	14.00	
						24.45	

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del concreto en vigas según el expediente técnico del proyecto.

Figura 43*Vaciado de concreto en vigas inclinadas*

Nota. La figura muestra el proceso de vaciado de concreto en vigas inclinadas durante la etapa estructural de la obra.

Tabla 19

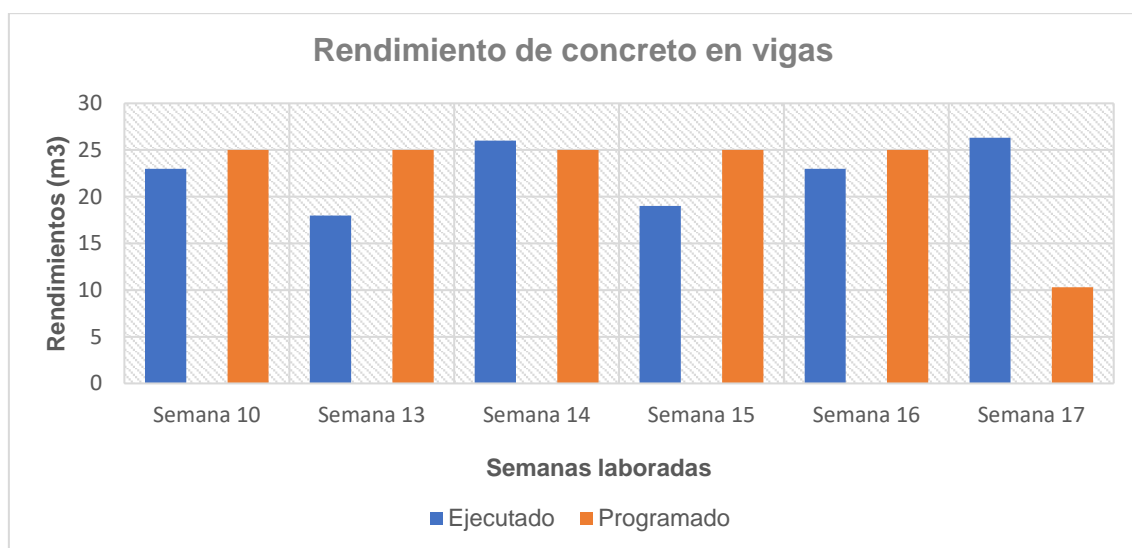
Rendimientos de concreto en vigas - programado vs ejecutado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m3/semana)						Total (m3)
		Semana 10	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	
Programado	1.25	25	25	25	25	25	10.3	135.30
Ejecutado	1.00	23	18	26	19	23	26.3	135.3

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de concreto en vigas para los periodos evaluados, considerando producción acumulada.

Figura 44

Comparación de rendimientos de concreto en vigas - ejecutado vs programado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17



Nota. La figura muestra la variación entre los rendimientos ejecutados y programados de concreto en vigas a lo largo de los periodos analizados.

5.1.6 Rendimiento de mano de obra en losa aligerada

Armado de acero

Personal. El rendimiento obtenido en campo de la mano de la partida acero en losa aligerada fue alto y de rápida en su ejecución, la inclinación de la losa aligerada no influyó en

los rendimientos del personal obrero, el tendido de acero en viguetas y el acero de temperatura se ejecutó con mucha versatilidad y agilidad.

Materiales. En cuanto a los materiales, no se consideraron materiales como discos para amoladoras y tronzadoras, hojas de sierra, para el corte y habilitación de acero. Los trabajos en esta partida consistieron en el corte, habilitación de acero en viguetas, así como el colocado y amarrado de acero de temperatura.

Equipos y herramientas. Los equipos presupuestados fueron insuficientes para la ejecución de los trabajos de armado de acero en losa aligerada, no se consideraron amoladoras, tronzadoras, lo cual hizo difícil la habilitación de acero, estos hechos no mermaron el rendimiento de la mano de obra.

Figura 45

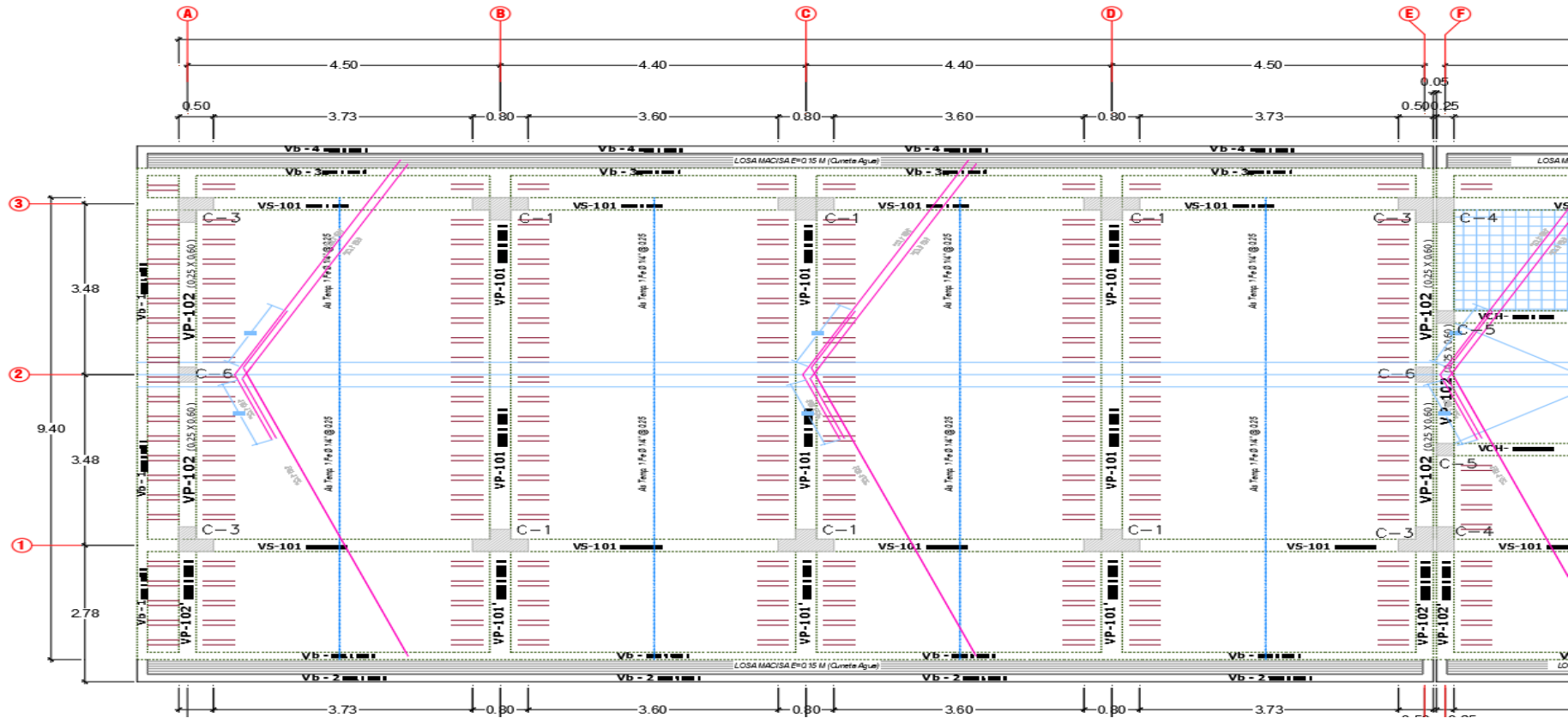
Análisis de precios unitarios de acero en losa aligerada

02.01.04.08.02		ACERO F'Y=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN LOSAS ALIGERADAS					
kg/DIA	250.0000	EQ	250.0000	Costo unitario directo por : kg		4.96	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.95	0.70	
OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	17.59	0.56	
						1.26	
Materiales							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16		kg		0.0600	4.00	0.24	
ACERO CORRUGADO F'Y=4200KG/CM2 GRADO 60		kg		1.0700	3.20	3.42	
						3.66	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.26	0.04	
						0.04	

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del acero en losa aligerada, desagregado en mano de obra, materiales y equipos según el expediente técnico.

Figura 46

Detalle de acero en losa aligerada inclinada



Nota. El detalle muestra la disposición del acero de refuerzo en la losa aligerada inclinada, indicando distribución, diámetros y espaciamientos conforme a planos estructurales.

Figura 47*Armado de acero en losa aligerada inclinada*

Nota. La figura muestra el proceso de armado del acero de refuerzo en la losa aligerada inclinada ejecutado en campo.

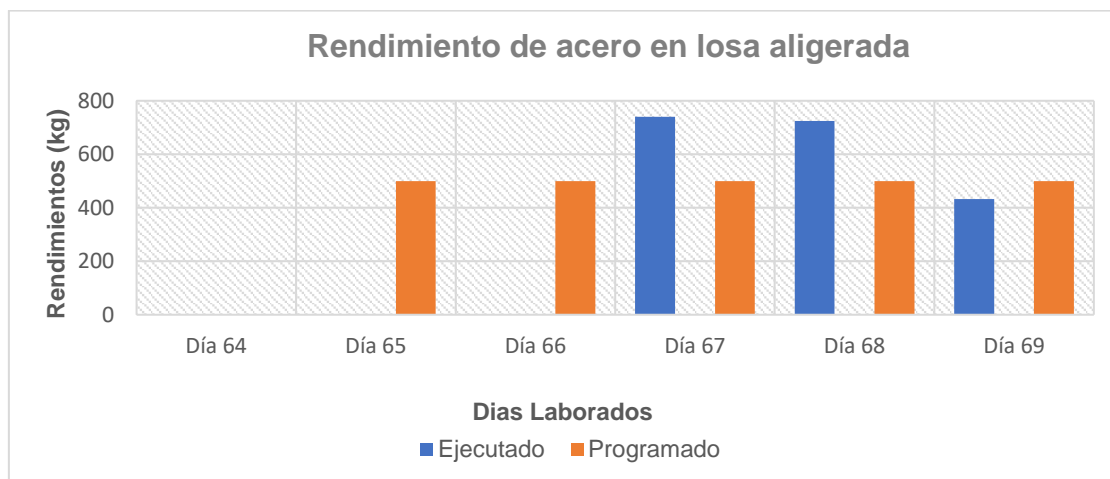
Tabla 20*Rendimientos de acero en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 10*

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (kg/día) - Semana 10						Total (kg)
		Día 64	Día 65	Día 66	Día 67	Día 68	Día 69	
Programado	2.00		500	500	500	500	500	2500
Ejecutado	2.00				740	725	432	1897

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de acero en losa aligerada durante la semana 10, considerando producción diaria y cuadrillas asignadas.

Figura 48

Comparación de rendimientos de acero en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 10



Nota. La figura ilustra la variación diaria entre los rendimientos ejecutados y programados de acero en losa aligerada durante la semana 10.

Tabla 21

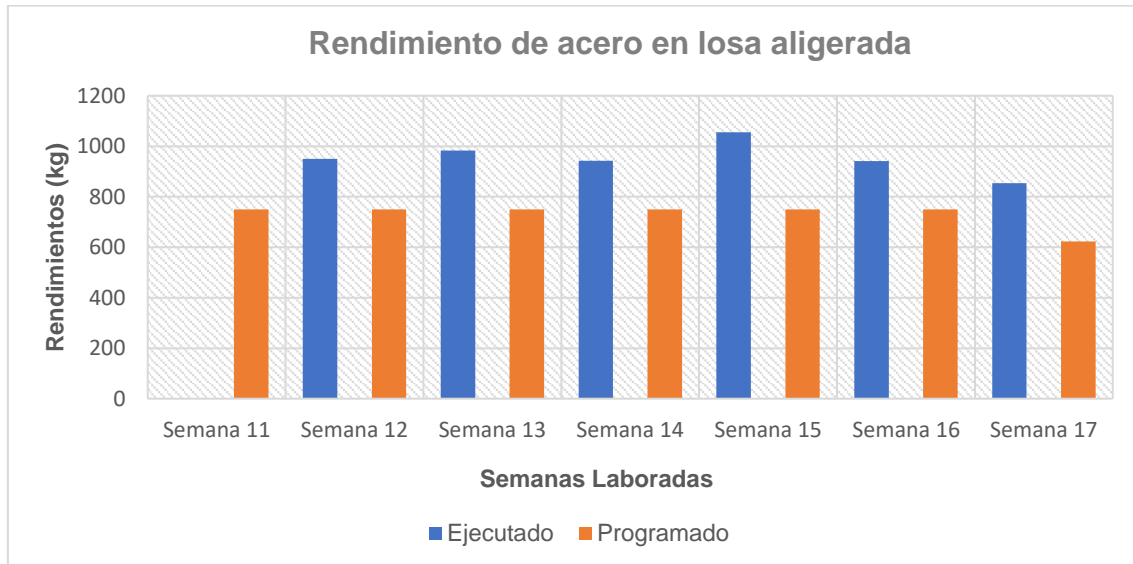
Rendimientos de acero en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

Descripción	Cuadrilla	Rendimiento (kg/semana)							Total (kg)
		Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	
Programado	3.00	750	750	750	750	750	750	623.2	5123
Ejecutado	3.00		950	983	942	1056	941	854.2	5726

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de acero en losa aligerada para las semanas 11 a 17, considerando producción acumulada.

Figura 49

Comparación de rendimientos de acero en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17



Nota. La figura muestra la comparación gráfica de los rendimientos ejecutados y programados de acero en losa aligerada para los periodos evaluados.

Encofrado y desencofrado

Personal. Los trabajos de encofrado en losas aligeradas fueron ejecutados por 03 cuadrillas conformadas por 03 operarios, 03 oficiales y 02 peones la primera semana de ejecución de los trabajos; y 04 cuadrillas para las demás semanas donde se ejecutaron losas aligeradas inclinadas, para la ejecución de los trabajos de encofrado en losas aligeradas fueron necesarios trabajos previos como la habilitación y armado de puntales en forma de T, una vez construidos fueron trasladados a punto de colocación; durante el encofrado se presentaron dificultades debido a las losas tuvieron una configuración inclinada, lo cual produjo retrasos, se incurrió en sobrecostos ya que fueron días adicionales para la conclusión de los trabajos. Los rendimientos del personal obrero estuvieron por debajo de lo establecido en el expediente técnico. Así también es importante mencionar que por algunos días no se tuvo el abastecimiento de pies derechos para la elaboración de puntales verticales indispensables para el colocado de encofrado en losas aligeradas.

Materiales. Para la ejecución de los encofrados fueron necesarios puntales T de diferentes tamaños debido a la inclinación de la losa aligerada, esto redujo el rendimiento del personal obrero, no se consideraron materiales como discos de corte para la habilitación de puntales.

Equipos. Para la habilitación de puntales T y tablas para encofrado de viguetas fueron necesarios la implementación de sierra de mesa en carpintería y sierra circular manual, los cuales no estuvieron contempladas en el análisis de precios unitarios.

Figura 50

Análisis de precios unitarios de encofrado en losa aligerada

02.01.04.08.03		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS					
m2/DIA	12.0000	EQ	12.0000	Costo unitario directo por : m2		53.51	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.95	14.63		
OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.59	11.73		
PEON	hh	0.5000	0.3333	15.86	5.29		
					31.65		
Materiales							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	kg		0.1000	4.00	0.40		
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.2500	4.00	1.00		
MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO	p2		5.5000	3.50	19.25		
PETROELO	gln		0.0200	13.00	0.26		
					20.91		
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	31.65	0.95		
					0.95		

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del encofrado en losa aligerada según el expediente técnico.

Figura 51

Encofrado de losa aligerada inclinada



Nota. La figura muestra el proceso de encofrado de la losa aligerada inclinada, evidenciando armado de moldes y apuntalamiento en obra.

Tabla 22

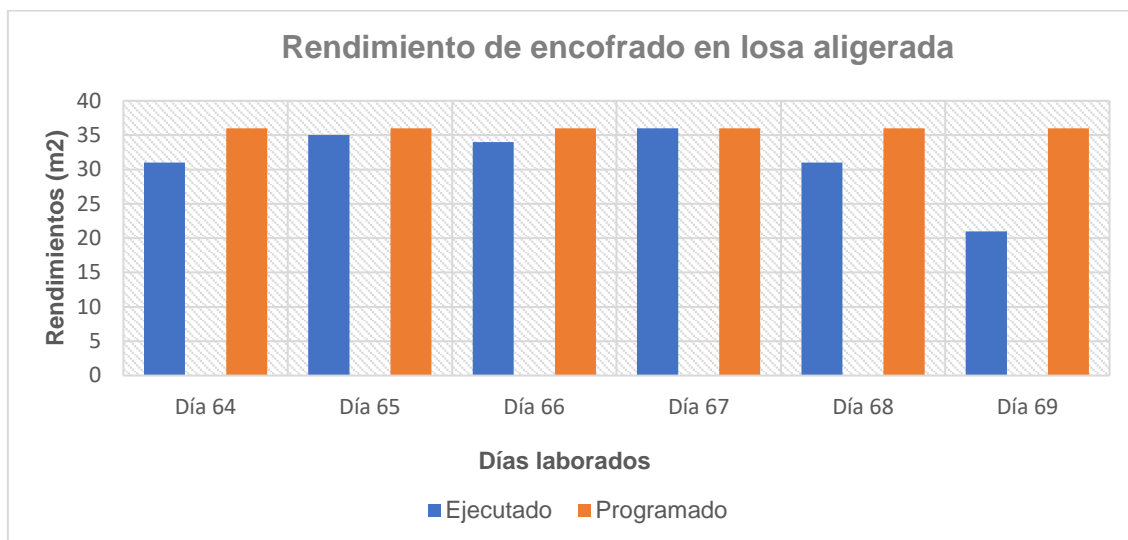
Rendimientos de encofrado en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 10

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m ² /día) Semana 10						Total (m ²)
		Día 64	Día 65	Día 66	Día 67	Día 68	Día 69	
Programado	3.00	36	36	36	36	36	36	216
Ejecutado	3.00	31	35	34	36	31	21	188

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada durante la semana 10.

Figura 52

Comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 10



Nota. Elaboración propia

Tabla 23

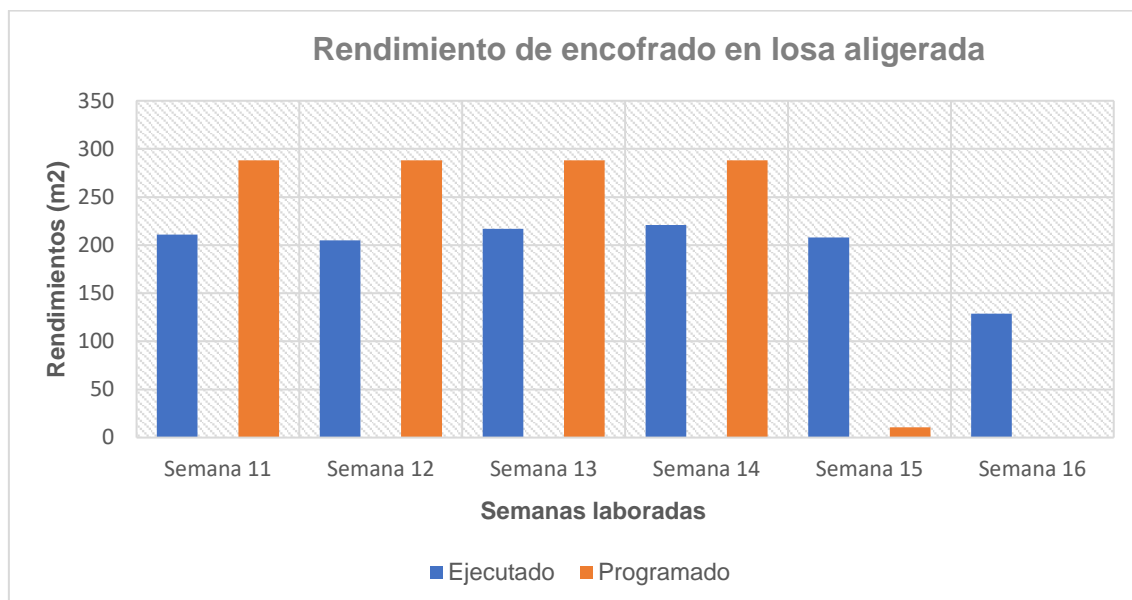
Rendimientos de encofrado en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m2/semana)						Total (m2)
		Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	
Programado	4.00	288	288	288	288	10.8	1163	
Ejecutado	4.00	211	205	217	221	208	128.8	

Nota. La tabla muestra la comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada para las semanas 11 a 16.

Figura 53

Comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 11, 12, 13, 14, 15, 16



Nota. La figura muestra la comparación gráfica de los rendimientos ejecutados y programados de encofrado en losa aligerada para los periodos evaluados.

Vaciado de concreto

Personal. El rendimiento obtenido en campo del personal obrero fue superior a lo establecido en el expediente técnico, los trabajos de vaciado de concreto en losa aligerada se vieron por el winche eléctrico, la cuadrilla fue distribuida correctamente, estas estuvieron conformadas por 02 operarios, 02 oficiales y 08 peones, cabe resaltar que la inclinación de la losa aligerada no fue impedimento para obtener rendimientos favorables del personal obrero.

Materiales. Los materiales para la mezcla de concreto fueron suficientes para los trabajos de vaciado de concreto, no se contemplaron materiales para el mantenimiento y reposición de los equipos, vibradora y mezcladora; tales como, aceites, grasas, correas, bugías, etc.

Equipos y herramientas. De acuerdo al análisis de precios unitarios, se contempló el uso de winche eléctrico de dos baldes para facilitar el traslado de mezcla de concreto lo que favoreció el rendimiento del personal obrero y la conclusión de los trabajos.

Figura 54

Análisis de precios unitarios de concreto en losa aligerada

02.01.04.08.01		CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F'C=210 KG/CM2						
m3/DIA	25.0000	EQ	25.0000	Costo unitario directo por : m3		400.16		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
OPERARIO		hh	3.0000	0.9600	21.95	21.07		
OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	17.59	11.26		
PEON		hh	10.0000	3.2000	15.86	50.75		
						83.08		
Materiales								
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (Puesto en Obra)		m3		0.6000	60.00	36.00		
ARENA GRUESA (Puesto en Obra)		m3		0.5500	60.00	33.00		
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		9.7000	23.50	227.95		
AGUA		m3		0.1840	0.50	0.09		
GASOLINA		gln		0.0200	13.50	0.27		
						297.31		
Equipos								
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	83.08	2.49		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.3200	7.00	2.24		
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1.0000	0.3200	12.00	3.84		
WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP		hm	1.0000	0.3200	35.00	11.20		
						19.77		

Nota. La figura presenta el análisis del costo unitario directo del concreto en losa aligerada según el expediente técnico del proyecto.

Tabla 24

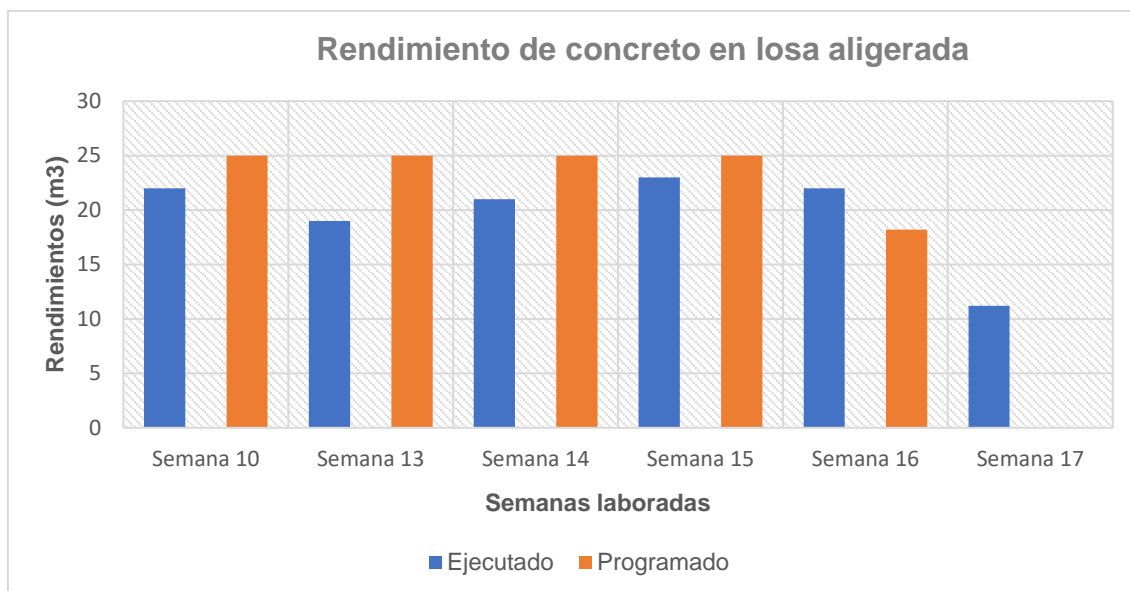
Rendimientos de concreto en losa aligerada - programado vs ejecutado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17

Descripción	Cuadrillas	Rendimiento (m3/semana)						Total (m3)
		Semana 10	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	
Programado	1.00	25	25	25	25	18.2	118.20	
Ejecutado	1.00	22	19	21	23	22	118.20	

Nota. La tabla presenta la comparación de rendimientos de concreto en losa aligerada para los periodos evaluados, considerando producción acumulada.

Figura 55

Comparación de rendimientos de encofrado en losa aligerada - ejecutado vs programado – semana 10, 13, 14, 15, 16 y 17



Nota. La figura muestra la comparación gráfica de los rendimientos del concreto en losa aligerada para los periodos evaluados desde la semana 10 al 17.

5.1.7 Valorización de partidas de estructurales

De acuerdo a los rendimientos obtenidos en campo se establecieron los metrados semanales y mensuales para proceder a realizar la valorización de obra durante el plazo de ejecución de las partidas estructurales, así también se realizó la comparación con el cronograma valorizado de obra.

Se estableció la comparación de la valorización de ejecución de obra y el cronograma valorizado de obra, mediante el uso de la curva S.

De igual manera, se estableció los cronogramas y valorizaciones de las partidas de armado de acero, encofrado, vaciado de concreto de los componentes estructurales (zapatas, vigas de conexión, columnas, vigas y losas aligeradas).

Figura 56

Cronograma valorizado de obra de partidas estructurales

ITEMS	DESCRIPCION	PRESUPUESTO			May-23		Jun-23		Jul-23		Ago-23		Set-23		
		Unid.	Metrado Base	Precio U. S/.	Parcial S/.	Semana 01 - 02 - 03		Semana 04 - 05 - 06 - 07		Semana 08 - 09 - 10 - 11		Semana 12 - 13 - 14 - 15		Semana 16	
						Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%
02	COMPONENTE I - INFRAESTRUCTURA				789,769.43	140,037.41	17.73%	207,838.82	26.32%	235,203.98	29.78%	178,307.47	22.58%	28,381.75	3.59%
02.01	ESTRUCTURAS				789,769.43	140,037.41	17.73%	207,838.82	26.32%	235,203.98	29.78%	178,307.47	22.58%	28,381.75	3.59%
02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				789,769.43	140,037.41	17.73%	207,838.82	26.32%	235,203.98	29.78%	178,307.47	22.58%	28,381.75	3.59%
02.01.04.01	ZAPATAS				95,282.75	95,282.75	100.00%								
02.01.04.01.01	ACERO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN ZAPATAS	kg	6,422.78	4.96	31,856.99	31,856.99	100.00%								
02.01.04.01.02	CONCRETO PARA ZAPATAS FC=210 KG/CM2	m3	170.83	371.28	63,425.76	63,425.76	100.00%								
02.01.04.03	VIGAS DE CONEXION				59,619.71	36,952.22	61.98%	22,667.49	38.02%						
02.01.04.03.01	CONCRETO FC= 210 KG/CM2 EN VIGAS DE CONEXIÓN	m3	51.68	389.76	20,142.80			20,142.80	100.00%						
02.01.04.03.02	ACERO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN VIGAS DE CONEXIÓN	kg	5,376.28	4.76	25,591.09	25,591.09	100.00%								
02.01.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CONEXIÓN	m2	273.72	50.73	13,885.82	11,361.13	81.82%	2,524.69	18.18%						
02.01.04.04	COLUMNAS				256,178.97	7,802.44	3.05%	185,171.33	72.28%	63,205.20	24.67%				
02.01.04.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 KG/CM2	m3	267.99	551.44	147,780.41			94,233.89	63.77%	53,546.52	36.23%				
02.01.04.04.02	ACERO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN COLUMNAS	kg	14,157.65	4.96	70,221.94	7,802.44	11.11%	62,419.50	88.89%						
02.01.04.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	749.59	50.93	38,176.62			28,517.94	74.70%	9,658.68	25.30%				
02.01.04.06	VIGAS				219,793.56					155,603.08	70.80%	64,190.48	29.20%		
02.01.04.06.01	CONCRETO EN VIGAS FC=210 KG/CM2	m3	135.25	416.83	56,376.26							56,376.26	100.00%		
02.01.04.06.02	ACERO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN VIGAS	m2	18,905.36	4.96	93,770.59					85,956.37	91.67%	7,814.22	8.33%		
02.01.04.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	kg	1,372.89	50.73	69,646.71					69,646.71	100.00%				
02.01.04.08	LOSA ALIGERADA				158,894.44					16,395.70	10.32%	114,116.99	71.82%	28,381.75	17.86%
02.01.04.08.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS FC=210 KG/CM2	m3	118.21	400.16	47,302.91							18,921.16	40.00%	28,381.75	60.00%
02.01.04.08.02	ACERO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN LOSAS ALIGERADAS	kg	7,623.16	4.96	37,810.87							37,810.87	100.00%		
02.01.04.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	1,378.82	53.51	73,780.66					16,395.70	22.22%	57,384.96	77.78%		
	COSTO DIRECTO (S/.)				S/. 789,769.43	S/. 140,037.41	17.73%	S/. 207,838.82	26.32%	S/. 235,203.98	29.78%	S/. 178,307.47	22.58%	S/. 28,381.75	3.59%
	PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL (%)						17.73%		26.32%		29.78%		22.58%		3.59%
	PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)						17.73%		44.05%		73.83%		96.41%		100.00%

Nota. La figura presenta el cronograma de valorización de las partidas estructurales durante el periodo de estudio.

Figura 57

Valorización física de obra de partidas estructurales

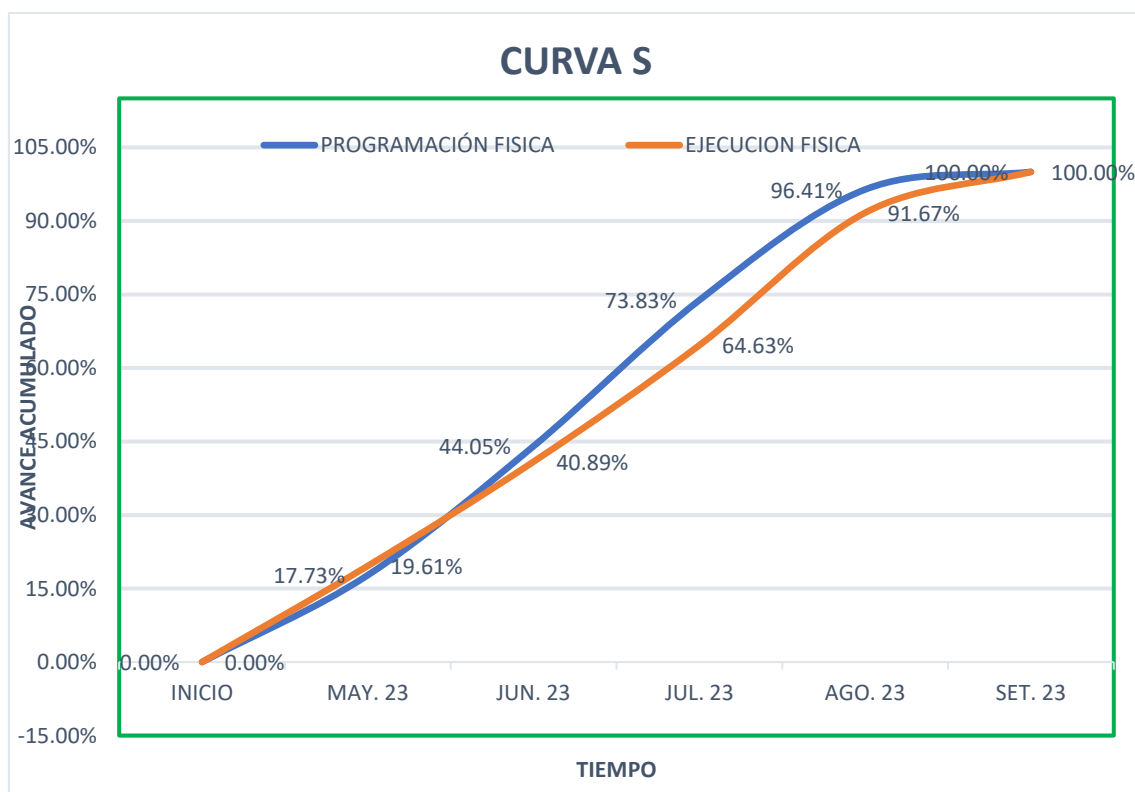
ITEM	DESCRIPCION	PRESUPUESTO			May-23		Jun-23		Jul-23		Ago-23		Set-23		
		Unid.	Metrado	Precio U.	Parcial	08/05/2023 - 31/05/2023	01/06/2023 - 30/06/2023	01/07/2023 - 31/07/2023	01/08/2023 - 31/08/2023	01/09/2023 - 10/09/2023					
			Base	S/.	S/.	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%		
02	COMPONENTE 1 - INFRAESTRUCTURA				789,769.43	154,902.46		168,010.35		187,549.97		213,514.02		65,793.14	
02.01	ESTRUCTURAS				789,769.43	154,902.46	19.61%	168,010.35	21.27%	187,549.97	23.75%	213,514.02	27.03%	65,793.14	8.33%
02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				789,769.43	154,902.46	19.61%	168,010.35	21.27%	187,549.97	23.75%	213,514.02	27.03%	65,793.14	8.33%
02.01.04.01	ZAPATAS				95,282.75	95,282.75									
02.01.04.01.01	ACERO F ^y =4200 KG/CM2 GRADO 60 EN ZAPATAS	kg	6,422.78	4.96	31,856.39	31,856.39	100.00%								
02.01.04.01.02	CONCRETO PARA ZAPATAS F ^c =210 KG/CM2	m3	170.83	371.28	63,425.76	63,425.76	100.00%								
02.01.04.03	VIGAS DE CONEXION				59,619.71	59,619.71	100.00%								
02.01.04.03.01	CONCRETO F ^c = 210 KG/CM2 EN VIGAS DE CONEXION	m3	51.68	389.76	20,142.80	20,142.80	100.00%								
02.01.04.03.02	ACERO F ^y =4200 KG/CM2 GRADO 60 EN VIGAS DE CONEXION	kg	5,376.28	4.76	25,531.09	25,531.09	100.00%								
02.01.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CONEXION	m2	273.72	50.73	13,885.82	13,885.82	100.00%								
02.01.04.04	COLUMNAS				256,178.97			168,010.35	65.58%	88,168.62	34.42%				
02.01.04.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS F ^c =210 KG/CM2	m3	267.99	551.44	147,780.41			84,921.76	57.46%	62,858.65	42.54%				
02.01.04.04.02	ACERO F ^y =4200 KG/CM2 GRADO 60 EN COLUMNAS	kg	14,157.65	4.96	70,221.94			57,878.24	82.42%	12,343.70	17.58%				
02.01.04.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	749.59	50.93	38,176.62			25,210.35	66.04%	12,966.27	33.96%				
02.01.04.06	VIGAS				219,793.56					59,818.22	27.22%	123,269.17	56.08%	36,706.67	16.70%
02.01.04.06.01	CONCRETO EN VIGAS F ^c = 210 KG/CM2	m3	135.25	416.83	56,376.26					9,587.09	17.01%	26,260.29	46.58%	20,528.88	36.41%
02.01.04.06.02	ACERO F ^y =4200 KG/CM2 GRADO 60 EN VIGAS	m2	18,905.36	4.96	93,770.59					3,191.60	3.40%	6,185.29	6.59%		
02.01.04.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	kg	1,372.89	50.73	69,646.71					18,313.53	26.29%	35,155.89	50.48%	16,177.80	23.23%
02.01.04.08	LOSA ALIGERADA				158,894.44					39,563.13	24.90%	90,244.85	56.80%	29,086.47	18.31%
02.01.04.08.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F ^c =210 KG/CM2	m3	118.21	400.16	47,302.91					8,803.52	18.61%	25,210.08	53.29%	13,289.31	28.09%
02.01.04.08.02	ACERO F ^y =4200 KG/CM2 GRADO 60 EN LOSAS ALIGERADAS	kg	7,623.16	4.96	37,810.97					9,409.12	24.88%	19,497.76	51.57%	8,903.99	23.55%
02.01.04.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	1,378.82	53.51	73,780.66					2,130.49	28.94%	4,553.01	61.72%	6,893.16	9.34%
COSTO DIRECTO (S/.)					S/ 789,769.43	S/ 154,902.46		S/ 168,010.35		S/ 187,549.97		S/ 213,514.02		S/ 65,793.14	
PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL (%)							19.61%		21.27%		23.75%		27.03%	8.33%	
PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)							19.61%		40.89%		64.63%		91.67%	100.00%	

Nota. La figura muestra la valorización física de las partidas estructurales desde mayo a setiembre.

Tabla 25*Resumen de programación y ejecución física de partidas estructurales*

DESCRIPCIÓN	PROGRAMACIÓN FISICA			EJECUCION FISICA		
	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.
	S/.	%	%	S/.	%	%
INICIO			0.00%			0.00%
MAY. 23	140,037.41	17.73%	17.73%	154,902.46	19.61%	19.61%
JUN. 23	207,838.82	26.32%	44.05%	168,010.35	21.27%	40.89%
JUL. 23	235,203.98	29.78%	73.83%	187,549.97	23.75%	64.63%
AGO. 23	178,307.47	22.58%	96.41%	213,514.02	27.03%	91.67%
SET. 23	28,381.75	3.59%	100.00%	65,793.14	8.33%	100.00%
COSTO DIRECTO	789,769.43	100.00%		789,769.43	100.00%	

Nota. La tabla resume la programación y la ejecución física de las partidas estructurales del proyecto, mostrando las diferencias entre lo planificado y lo ejecutado.

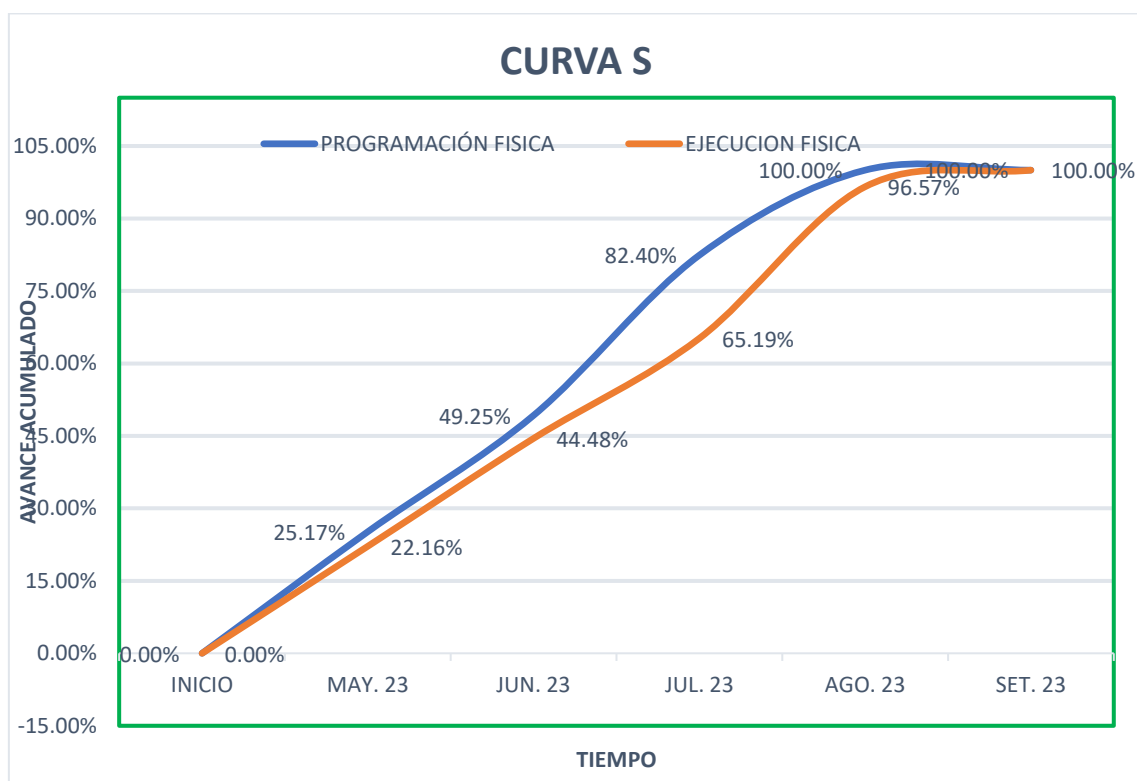
Figura 58*Curva S - programación física vs ejecución física de partidas estructurales*

Nota. La figura muestra la comparación entre el avance físico programado y el avance físico ejecutado de las partidas estructurales a lo largo del periodo de estudio, mediante la curva S.

Tabla 26*Resumen de programación y ejecución física de partidas de armado de acero*

DESCRIPCIÓN	PROGRAMACIÓN FÍSICA			EJECUCIÓN FÍSICA		
	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	PARCIAL	ACUMUL.
	S/.	%	%	S/.	%	%
INICIO			0.00%			0.00%
MAY. 23	65,250.52	25.17%	25.17%	57,448.08	22.16%	22.16%
JUN. 23	62,419.50	24.08%	49.25%	57,878.24	22.33%	44.48%
JUL. 23	85,956.37	33.16%	82.40%	53,670.42	20.70%	65.19%
AGO. 23	45,625.09	17.60%	100.00%	81,350.75	31.38%	96.57%
SET. 23	0.00	0.00%	100.00%	8,903.99	3.43%	100.00%
COSTO DIRECTO	259,251.48	100.00%		259,251.48	100.00%	

Nota. La tabla resume la programación y la ejecución física de las partidas de armado de acero, mostrando las variaciones entre lo planificado y lo realmente ejecutado en obra.

Figura 61*Curva S - programación física vs ejecución física de partidas de armado de acero*

Nota. La figura ilustra la comparación entre la programación física y la ejecución real de las partidas de armado de acero mediante la curva S.

Figura 62

Cronograma Valorizado de partidas de encofrado y desencofrado

ITEMS	DESCRIPCION	PRESUPUESTO			May-23		Jun-23		Jul-23		Ago-23		Set-23		
		Unid.	Metrado	Precio U.	Parcial	Semana 01 - 02 - 03		Semana 04 - 05 - 06 - 07		Semana 08 - 09 - 10 - 11		Semana 12 - 13 - 14 - 15		Semana 16	
			Base	S/.	S/.	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%
02	COMPONENTE I - INFRAESTRUCTURA			195,489.81	11,361.13	5.81%	31,042.63	15.88%	95,701.09	48.95%	57,384.96	29.35%	-	0.00%	
02.01	ESTRUCTURAS			195,489.81	11,361.13	5.81%	31,042.63	15.88%	95,701.09	48.95%	57,384.96	29.35%	-	0.00%	
02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			195,489.81	11,361.13	5.81%	31,042.63	15.88%	95,701.09	48.95%	57,384.96	29.35%	-	0.00%	
02.01.04.03	VIGAS DE CONEXION			13,885.82	11,361.13	81.82%	2,524.69	18.18%							
02.01.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CONEXIÓN	m2	273.72	50.73	13,885.82	11,361.13	81.82%	2,524.69	18.18%						
02.01.04.04	COLUMNAS			38,176.62			28,517.94	74.70%	9,658.68	25.30%					
02.01.04.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	749.59	50.93	38,176.62		28,517.94	74.70%	9,658.68	25.30%					
02.01.04.06	VIGAS			69,646.71					69,646.71	100.00%	-	0.00%			
02.01.04.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	kg	1,372.89	50.73	69,646.71				69,646.71	100.00%					
02.01.04.08	LOSA ALIGERADA			73,780.66					16,395.70	22.22%	57,384.96	77.78%			
02.01.04.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	1,378.82	53.51	73,780.66				16,395.70	22.22%	57,384.96	77.78%			
	COSTO DIRECTO (S/.)			S/. 195,489.81	S/. 11,361.13	5.81%	S/. 31,042.63	15.88%	S/. 95,701.09	48.95%	S/. 57,384.96	29.35%	S/. 0.00	0.00%	
	PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL (%)					5.81%		15.88%		48.95%		29.35%		0.00%	
	PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)					5.81%		21.69%		70.65%		100.00%		100.00%	

Nota. La figura presenta el cronograma valorizado de las partidas de encofrado y desencofrado del proyecto.

Figura 63

Valorización de partidas de encofrado y desencofrado

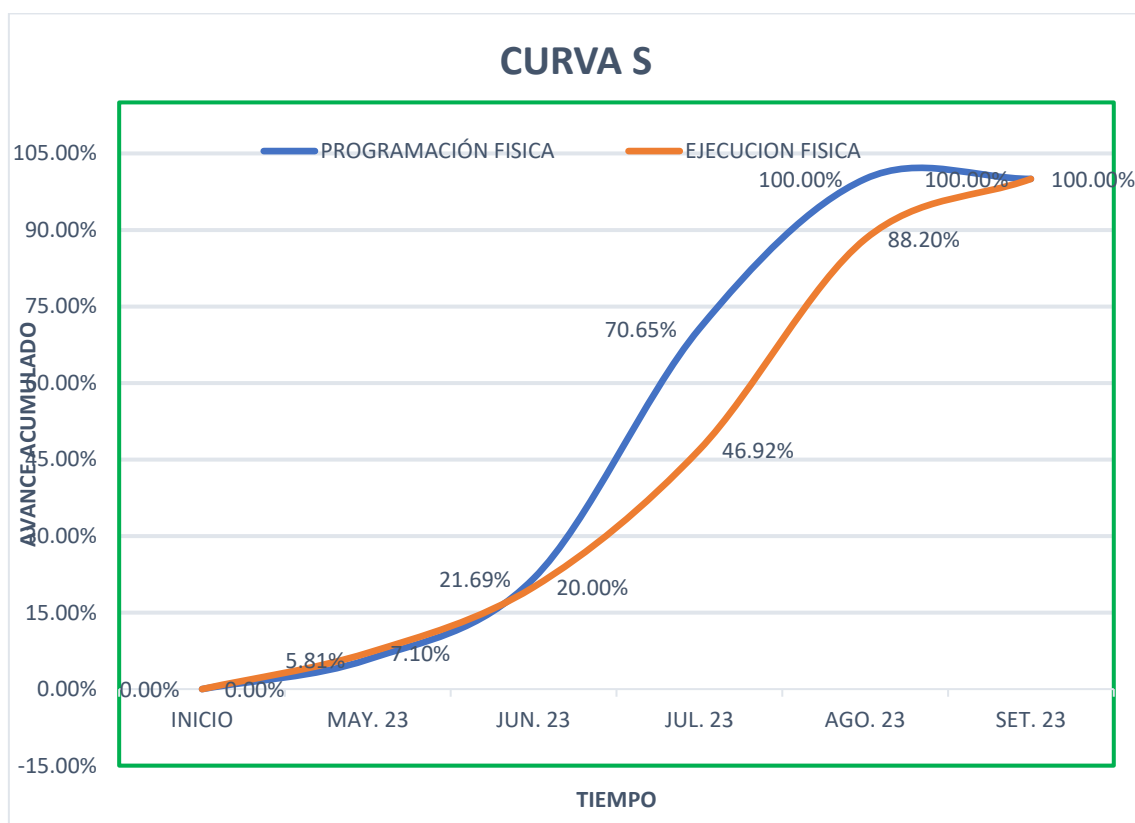
ITEMS	DESCRIPCION	PRESUPUESTO			May-23		Jun-23		Jul-23		Ago-23		Set-23		
		Unid.	Metrado	Precio U.	Parcial	08/05/2023 - 31/05/2023		01/06/2023 - 30/06/2023		01/07/2023 - 31/07/2023		01/08/2023 - 31/08/2023		01/09/2023 - 10/09/2023	
			Base	S/.	S/.	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%
02	COMPONENTE 1 - INFRAESTRUCTURA				195,489.81	13,885.82		25,210.35		52,630.29		80,692.90		23,070.96	
02.01	ESTRUCTURAS				195,489.81	13,885.82	7.10%	25,210.35	12.90%	52,630.29	26.92%	80,692.90	41.28%	23,070.96	11.80%
02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				195,489.81	13,885.82	7.10%	25,210.35	12.90%	52,630.29	26.92%	80,692.90	41.28%	23,070.96	11.80%
02.01.04.03	VIGAS DE CONEXION					13,885.82	100.00%								
02.01.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CONEXIÓN	m2	273.72	50.73	13,885.82	13,885.82	100.00%								
02.01.04.04	COLUMNAS					38,176.62		25,210.35	66.04%	12,966.27	33.96%				
02.01.04.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	749.59	50.93	38,176.62			25,210.35	66.04%	12,966.27	33.96%				
02.01.04.06	VIGAS					69,546.71				18,313.53	26.29%	35,155.89	50.48%	16,177.80	23.23%
02.01.04.06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	kg	1,372.89	50.73	69,546.71					18,313.53	26.29%	35,155.89	50.48%	16,177.80	23.23%
02.01.04.08	LOSA ALIGERADA					73,780.66				21,350.49	28.94%	45,537.01	61.72%	6,893.16	9.34%
02.01.04.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	1,378.82	53.51	73,780.66					21,350.49	28.94%	45,537.01	61.72%	6,893.16	9.34%
	COSTO DIRECTO (S/ .)				S/ . 195,489.81	S/ . 13,885.82	7.10%	S/ . 25,210.35	12.90%	S/ . 52,630.29	26.92%	S/ . 80,692.90	41.28%	S/ . 23,070.96	11.80%
	PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL (%)						7.10%		12.90%		26.92%		41.28%	11.80%	
	PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)						7.10%		20.00%		46.92%		88.20%	100.00%	

Nota. La figura muestra la valorización ejecutada de las partidas de encofrado y desencofrado durante el periodo evaluado.

Tabla 27*Resumen de programación y ejecución física de partidas de encofrado*

DESCRIPCIÓN	PROGRAMACIÓN FÍSICA			EJECUCION FÍSICA		
	PARCIAL S/.	PARCIAL %	ACUMUL. %	PARCIAL S/.	PARCIAL %	ACUMUL. %
INICIO			0.00%			0.00%
MAY. 23	11,361.13	5.81%	5.81%	13,885.82	7.10%	7.10%
JUN. 23	31,042.63	15.88%	21.69%	25,210.35	12.90%	20.00%
JUL. 23	95,701.09	48.95%	70.65%	52,630.29	26.92%	46.92%
AGO. 23	57,384.96	29.35%	100.00%	80,692.90	41.28%	88.20%
SET. 23	0.00	0.00%	100.00%	23,070.96	11.80%	100.00%
COSTO DIRECTO	195,489.81	100.00%		195,489.81	100.00%	

Nota. La tabla presenta la comparación entre la programación y la ejecución física de las partidas de encofrado durante el periodo de estudio.

Figura 64*Curva S - programación física vs ejecución física de partidas de encofrado*

Nota. La figura presenta la comparación entre la programación física y la ejecución real de las partidas de encofrado mediante la curva S.

Figura 65

Cronograma Valorizado de partidas de vaciado de concreto

ITEMS	DESCRIPCION	PRESUPUESTO			May-23		Jun-23		Jul-23		Ago-23		Set-23		
		Unid.	Metrado	Precio U.	Parcial	Semana 01 - 02 - 03		Semana 04 - 05 - 06 - 07		Semana 08 - 09 - 10 - 11		Semana 12 - 13 - 14 - 15		Semana 16	
			Base	S/.	S/.	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%
02	COMPONENTE I - INFRAESTRUCTURA				335,028.14	63,425.76	18.93%	114,376.69	34.14%	53,546.52	15.98%	75,297.42	22.47%	28,381.75	8.47%
02.01	ESTRUCTURAS				335,028.14	63,425.76	18.93%	114,376.69	34.14%	53,546.52	15.98%	75,297.42	22.47%	28,381.75	8.47%
02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				335,028.14	63,425.76	18.93%	114,376.69	34.14%	53,546.52	15.98%	75,297.42	22.47%	28,381.75	8.47%
02.01.04.01	ZAPATAS				63,425.76	63,425.76	100.00%								
02.01.04.01.02	CONCRETO PARA ZAPATAS FC=210 KG/CM2	m3	170.83	371.28	63,425.76	63,425.76	100.00%								
02.01.04.03	VIGAS DE CONEXION				20,142.80	-	0.00%	20,142.80	100.00%						
02.01.04.03.01	CONCRETO FC= 210 KG/CM2 EN VIGAS DE CONEXIÓN	m3	51.68	389.76	20,142.80			20,142.80	100.00%						
02.01.04.04	COLUMNAS				147,780.41	-	0.00%	94,233.89	63.77%	53,546.52	36.23%				
02.01.04.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 KG/CM2	m3	267.99	551.44	147,780.41			94,233.89	63.77%	53,546.52	36.23%				
02.01.04.06	VIGAS				56,376.26					-	0.00%	56,376.26	100.00%		
02.01.04.06.01	CONCRETO EN VIGAS FC=210 KG/CM2	m3	135.25	416.83	56,376.26							56,376.26	100.00%		
02.01.04.08	LOSA ALIGERADA				47,302.91					-	0.00%	18,921.16	40.00%	28,381.75	60.00%
02.01.04.08.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS FC=210 KG/CM2	m3	118.21	400.16	47,302.91							18,921.16	40.00%	28,381.75	60.00%
	COSTO DIRECTO (S/.)				S/ 335,028.14	S/ 63,425.76	18.93%	S/ 114,376.69	34.14%	S/ 53,546.52	15.98%	S/ 75,297.42	22.47%	S/ 28,381.75	8.47%
	PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL (%)						18.93%		34.14%		15.98%		22.47%		8.47%
	PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)						18.93%		53.07%		69.05%		91.53%		100.00%

Nota. La figura muestra el cronograma valorizado correspondiente a las partidas de vaciado de concreto.

Figura 66

Valorización de partidas de vaciado de concreto

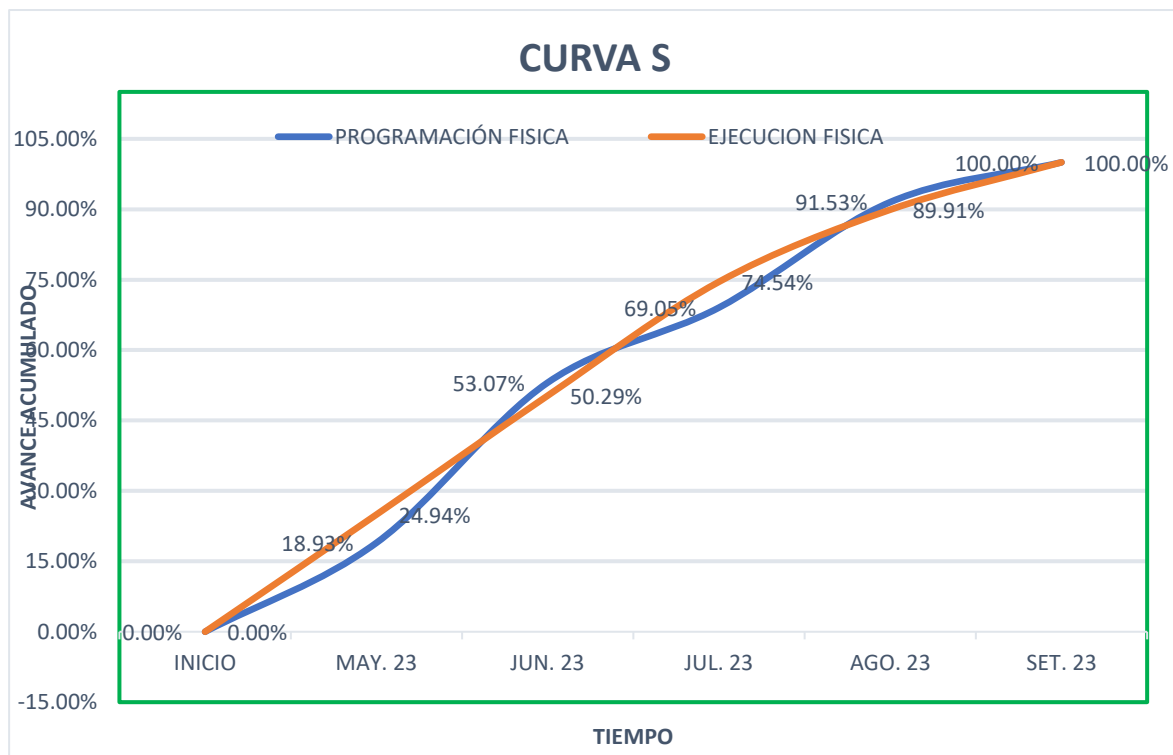
ITEMS	DESCRIPCION	PRESUPUESTO			May-23		Jun-23		Jul-23		Ago-23		Set-23		
		Unid.	Metrado	Precio U.	Parcial	08/05/2023 - 31/05/2023		01/06/2023 - 30/06/2023		01/07/2023 - 31/07/2023		01/08/2023 - 31/08/2023		01/09/2023 - 10/09/2023	
			Base	S/.	S/.	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%	Monto	%
02	COMPONENTE I - INFRAESTRUCTURA				335,028.14	83,568.56		84,921.76		81,249.26		51,470.37		33,818.19	
02.01	ESTRUCTURAS				335,028.14	83,568.56	24.94%	84,921.76	25.35%	81,249.26	24.25%	51,470.37	15.36%	33,818.19	10.09%
02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				335,028.14	83,568.56	24.94%	84,921.76	25.35%	81,249.26	24.25%	51,470.37	15.36%	33,818.19	10.09%
02.01.04.01	ZAPATAS				63,425.76	63,425.76									
02.01.04.01.02	CONCRETO PARA ZAPATAS FC=210 KG/CM2	m3	170.83	371.28	63,425.76	63,425.76	100.00%								
02.01.04.03	VIGAS DE CONEXION				20,142.80	20,142.80	100.00%								
02.01.04.03.01	CONCRETO FC= 210 KG/CM2 EN VIGAS DE CONEXIÓN	m3	51.68	389.76	20,142.80	20,142.80	100.00%								
02.01.04.04	COLUMNAS				147,780.41			84,921.76	57.46%	62,858.65	42.54%				
02.01.04.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 KG/CM2	m3	267.99	551.44	147,780.41			84,921.76	57.46%	62,858.65	42.54%				
02.01.04.06	VIGAS				56,376.26					9,587.09	17.01%	26,260.29	46.58%	20,528.88	36.41%
02.01.04.06.01	CONCRETO EN VIGAS FC=210 KG/CM2	m3	135.25	416.83	56,376.26					9,587.09	17.01%	26,260.29	46.58%	20,528.88	36.41%
02.01.04.08	LOSA ALIGERADA				47,302.91					8,803.52	18.61%	25,210.08	53.29%	13,289.31	28.09%
02.01.04.08.01	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS FC=210 KG/CM2	m3	118.21	400.16	47,302.91					8,803.52	18.61%	25,210.08	53.29%	13,289.31	28.09%
	COSTO DIRECTO (S/.)				S/. 335,028.14	S/. 83,568.56	24.94%	S/. 84,921.76	25.35%	S/. 81,249.26	24.25%	S/. 51,470.37	15.36%	S/. 33,818.19	10.09%
	PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL (%)						24.94%		25.35%		24.25%		15.36%	10.09%	
	PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO (%)						24.94%		50.29%		74.54%		89.91%	100.00%	

Nota. La figura presenta la valorización ejecutada de las partidas de vaciado de concreto durante el periodo de estudio.

Tabla 28*Resumen de programación y ejecución física de partidas de concreto*

DESCRIPCIÓN	PROGRAMACIÓN FISICA			EJECUCION FISICA		
	PARCIAL S/.	PARCIAL %	ACUMUL. %	PARCIAL S/.	PARCIAL %	ACUMUL. %
INICIO			0.00%			0.00%
MAY. 23	63,425.76	18.93%	18.93%	83,568.56	24.94%	24.94%
JUN. 23	114,376.69	34.14%	53.07%	84,921.76	25.35%	50.29%
JUL. 23	53,546.52	15.98%	69.05%	81,249.26	24.25%	74.54%
AGO. 23	75,297.42	22.47%	91.53%	51,470.37	15.36%	89.91%
SET. 23	28,381.75	8.47%	100.00%	33,818.19	10.09%	100.00%
COSTO DIRECTO	335,028.14	100.00%		335,028.14	100.00%	

Nota. La tabla resume la programación y ejecución física de las partidas de vaciado de concreto, considerando los avances acumulados del proyecto.

Figura 67*Curva S - programación física vs ejecución física de partidas de concreto*

Nota. La figura ilustra la comparación entre la programación física y la ejecución real de las partidas de concreto mediante la curva S.

5.1.8 Cuadros de resumen de incidencia de rendimientos en las valorizaciones

En referencia a los rendimientos de mano de obra diarios, semanales y mensuales obtenidos se han establecido los porcentajes de rendimientos promedios en comparación a los a los rendimientos establecidos en el análisis de precios unitarios del expediente técnico y, la incidencia que tuvieron en las valorizaciones de obra.

Tabla 29

Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas estructurales.

DESCRIPCIÓN	ZAPATAS	VIGAS CONEXIÓN	DE COLUMNAS	VIGAS	LOSA ALIGERADA
May-23	RENDIMIENTOS	167.24%	118.28%		
	VALORIZACIÓN	142.58%	109.49%		
Jun-23	RENDIMIENTOS		75.94%		
	VALORIZACIÓN		86.25%		
Jul-23	RENDIMIENTOS		78.26%	90.10%	100.54%
	VALORIZACIÓN		88.47%	97.68%	100.12%
Ago-23	RENDIMIENTOS			93.28%	94.49%
	VALORIZACIÓN			98.71%	98.39%
Set-23	RENDIMIENTOS			107.50%	99.94%
	VALORIZACIÓN			102.01%	99.98%

Nota. La tabla muestra la incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de las partidas estructurales del proyecto.

De acuerdo a la tabla se puede evidenciar que los rendimientos obtenidos en los elementos estructurales varían de acuerdo a la característica geométrica, el desarrollo de los trabajos en relación al nivel de altura con respecto al terreno firme y la disposición de materiales, equipos y herramientas establecidos en los análisis de precios unitarios del expediente técnico del proyecto.

Es así que, en elementos estructurales con fines de cimentación (zapatas y vigas de conexión) se tuvieron mayores porcentajes en rendimientos de mano de obra lo que incidió

en valorizaciones superiores a lo programado; por el contrario, en los elementos estructurales tales como, columnas, vigas y losas aligeradas en promedio se tuvieron rendimientos por debajo de lo establecido en el expediente técnico, lo que ocasionó que se tenga retrasos y valorizaciones por debajo de lo programado.

Tabla 30

Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas de acero

DESCRIPCIÓN	ZAPATAS	VIGAS DE CONEXIÓN	COLUMNAS	VIGAS	LOSA ALIGERADA
May-23	RENDIMIENTOS	194.43%	106.89%		
	VALORIZACIÓN	168.58%	101.12%		
Jun-23	RENDIMIENTOS		78.19%		
	VALORIZACIÓN		86.25%		
Jul-23	RENDIMIENTOS		86.68%	71.50%	126.47%
	VALORIZACIÓN		95.47%	78.62%	113.75%
Ago-23	RENDIMIENTOS			73.38%	131.03%
	VALORIZACIÓN			81.71%	118.39%
Set-23	RENDIMIENTOS				131.27%
	VALORIZACIÓN				118.56%

Nota. La tabla presenta la incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de las partidas de armado de acero.

Considerando el contenido de la tabla en referencia a las partidas de armado de acero, se observa que en zapatas se tiene altos rendimientos, siendo casi el doble de lo establecido en el expediente técnico y cuya incidencia se vio favorecida en la valorización; así también, el porcentaje de rendimientos de armado de acero en vigas de conexión se observó una pequeña alza en comparación a al expediente técnico; en cuanto a columnas y vigas se tuvieron retrasos significativos debido a que los rendimientos estuvieron por debajo de lo establecido en el expediente técnico y que cuya valorización fue afectada por debajo de lo programado.

En las partidas de acero en losa de rodadura se obtuvieron altos rendimientos los cuales influenciaron positivamente en la valorización.

Tabla 31

Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas de encofrado

DESCRIPCIÓN	ZAPATAS	VIGAS DE CONEXIÓN	COLUMNAS	VIGAS	LOSA ALIGERADA
May-23	RENDIMIENTOS	123.07%			
	VALORIZACIÓN	112.49%			
Jun-23	RENDIMIENTOS		61.57%		
	VALORIZACIÓN		72.25%		
Jul-23	RENDIMIENTOS		71.99%	83.53%	87.04%
	VALORIZACIÓN		82.47%	93.60%	96.53%
Ago-23	RENDIMIENTOS			81.64%	72.22%
	VALORIZACIÓN			91.71%	80.39%
Set-23	RENDIMIENTOS			75.93%	76.04%
	VALORIZACIÓN			85.71%	83.12%

Nota. La tabla muestra la incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de las partidas de encofrado.

En referencia en la tabla en cuanto a las partidas de encofrado, se observa que en vigas de conexión se tiene porcentaje altos rendimientos y que cuya incidencia se vio favorecida en la valorización; en cuanto a columnas, vigas y losas aligeradas se tuvieron porcentajes de rendimientos bajos en comparación a los rendimientos establecidos en el expediente y que cuya valorización fue afectada por debajo de lo programado.

Tabla 32

Incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de obra en partidas de concreto

DESCRIPCIÓN	ZAPATAS	VIGAS DE CONEXIÓN	COLUMNAS	VIGAS	LOSA ALIGERADA
May-23	RENDIMIENTOS	140.05%	124.89%		

DESCRIPCIÓN	ZAPATAS	VIGAS DE CONEXIÓN	COLUMNAS	VIGAS	LOSA ALIGERADA
VALORIZACIÓN	124.58%	109.49%			
Jun-23 RENDIMIENTOS			88.05%		
VALORIZACIÓN			96.25%		
Jul-23 RENDIMIENTOS			76.11%	115.26%	88.12%
VALORIZACIÓN			85.47%	103.60%	96.13%
Ago-23 RENDIMIENTOS				124.81%	80.23%
VALORIZACIÓN				112.71%	88.39%
Set-23 RENDIMIENTOS				139.06%	92.51%
VALORIZACIÓN				125.71%	99.18%

Nota. La tabla presenta la incidencia de los rendimientos de mano de obra en la valorización de las partidas de concreto del proyecto.

De acuerdo a la tabla en cuanto a las partidas de vaciado de concreto, se observa que en los elementos estructurales de cimentación (zapatas y vigas de conexión) y en vigas se obtuvieron rendimientos de mano de obra superiores a los rendimientos del análisis de precios unitarios, incidiendo positivamente en las valorizaciones ya que se tuvo un mayor avance a lo programado. Contrariamente, en columnas y vigas se obtuvieron rendimientos de mano de obra inferiores a lo redactado en los análisis de precios unitarios del expediente, lo que influyo negativamente en las valorizaciones mensuales y se produjeron retrasos significativos en obra.

5.2 Discusión

De los resultados obtenidos en la recolección de rendimientos de mano de obra en partidas estructurales, se procedió a formular los metrados y valorizaciones; durante el primer del mes se obtuvieron rendimientos de mano de obra en zapatas en un 167.24% por encima de lo establecido en el expediente técnico, los cuales produjeron valorizaciones en un 142.58% por encima de lo programado, así también durante el primer mes los rendimientos de mano de obra en vigas de conexión fueron de 118.28% superiores al rendimiento redactado en el expediente técnico, por lo que se tuvieron valorizaciones en 109.49% por encima de lo

programado; durante el segundo mes en columnas se tuvieron rendimientos de mano de obra en un 75.94% en referencia al rendimiento establecido en el expediente técnico, dando una valorización de 86.25% por debajo de la programación.

En el tercer de ejecución de obra en el elemento estructural columna se obtuvieron rendimientos en un 78.26% en comparación a los rendimientos dados en el expediente técnico; los cuales ocasionaron una valorización de 88.47%, en vigas se obtuvieron se tuvieron rendimientos de 90.10% en referencia a los rendimientos del expediente técnico, la valorización se vio influenciada en un 97.68% con respecto a lo programado, así también en losa aligerada se obtuvieron rendimientos de 100.54% con respecto al rendimiento del expediente técnico, lo que generó valorizaciones de 100.12% con respecto a lo programado.

Durante el cuarto mes de ejecución en vigas se tuvieron rendimientos en campo de 93.28% en referencia al rendimiento del expediente, cuyas valorizaciones fueron de 98.71% por debajo de lo programado. En losas aligeradas se obtuvieron rendimientos de 94.49% por debajo de lo redactado en los rendimientos del expediente, por lo que las valorizaciones fueron afectadas en un 98.39% con respecto a lo programado.

En el último y quinto mes en vigas se tuvieron rendimientos de mano de obra en 107.50% por encima de lo redactado en los rendimientos del expediente; cuya incidencia en la valorización fue de 102.01% por encima de lo programado. En losas aligeradas se tuvieron rendimientos de mano de obra en 99.94% en comparación a lo establecido en el expediente, lo cual generó valorizaciones en 99.98% con respecto a lo programado.

De igual manera se obtuvieron los rendimientos de mano de obra en armado de acero, encofrado y vaciado de concreto y su incidencia en las valorizaciones. En cuanto a la partida de armado de acero en zapatas en el primer mes se obtuvieron rendimientos en un 194.43% en comparación al rendimiento establecido para esta partida en el expediente; cuyo reflejo en la valorización fue de 168.58% en relación a lo programado. Así también para la partida de armado de acero en vigas de conexión se tuvieron rendimientos que alcanzaron un 106.89% en referencia a los rendimientos del expediente; la valorización se vio influenciada en un 101.12%.

Para el segundo mes en la ejecución de partidas de armado de acero se tuvo los siguientes rendimientos de mano de obra; en columnas 78.19% en referencia al rendimiento establecido en el expediente técnico; afectando a la valorización en un 86.25% con respecto a lo programado. Para el tercer mes se tuvieron los siguientes rendimientos de mano de obra en las partidas de armado de acero; en columnas 86.68% y afectando la valorización en un 95.47% por debajo de lo programado; en vigas 71.50% cuya incidencia en la valorización fue de 78.62%; en losa aligerada 126.47% lo que influyó en la valorización en un 113.75%.

Durante el cuarto mes se obtuvieron los rendimientos de mano de obra en partidas de acero y fueron los siguientes; en vigas 73.38% cuyo efecto en la valorización fue en un 81.71%; en losa aligerada su tuvieron 131.03% cuya incidencia en la valorización fue de 118.39%. Para el último mes de ejecución en la partida de acero en losa aligerada se tuvo un rendimiento de 131.27% y que correspondió a una valorización de 118.56%

Para los rendimientos de mano de obra en trabajos de encofrado y su incidencia en las valorizaciones. En cuanto a los trabajos de encofrado en vigas de conexión en el primer mes se obtuvieron rendimientos en un 123.07% en comparación al rendimiento establecido para esta partida en el expediente; cuyo reflejo en la valorización fue de 112.49% en relación a lo programado.

Durante el segundo mes en la ejecución de partidas de encofrado se tuvo los siguientes rendimientos de mano de obra; en columnas 61.57% en referencia al rendimiento establecido en el expediente técnico; afectando a la valorización en un 72.25% con respecto a lo programado. Para el tercer mes se tuvieron los siguientes rendimientos de mano de obra en las partidas de encofrado; en columnas 71.99% y afectando la valorización en un 82.47% por debajo de lo programado; en vigas 83.53% cuya incidencia en la valorización fue de 93.60%; en losa aligerada 87.04% lo que influyó en la valorización en un 96.53%.

En el cuarto mes se obtuvieron los rendimientos de mano de obra en partidas de encofrado y fueron las siguientes; en vigas 81.64% cuyo efecto en la valorización fue en un 91.71%; en losa aligerada su tuvieron 72.22% cuya incidencia en la valorización fue de 80.39%. Para el último mes de ejecución en la partida de encofrado en vigas se obtuvieron

rendimientos en 75.93%, cuya incidencia en la valorización fue de 85.71%; en losa aligerada se tuvo un rendimiento de 76.04% y que correspondió a una valorización de 83.12%

Los rendimientos de mano de obra obtenidos en las partidas de vaciado de concreto tuvieron las siguientes incidencias en rendimientos y valorizaciones. En cuanto a los vaciado de concreto en zapatas en el primer mes se obtuvieron rendimientos en un 140.05% en comparación al rendimiento establecido para esta partida en el expediente; cuya incidencia en la valorización fue de 124.58% en relación a lo programado; así también en los trabajos de vaciado de concreto en vigas de conexión se obtuvieron rendimientos en un 124.89% en comparación al rendimiento dado en el expediente; influyendo en la valorización en un 109.49% en referencia a lo programado.

Durante el segundo mes en la ejecución de partidas de vaciado de concreto se tuvo los siguientes rendimientos de mano de obra; en columnas 88.05% en referencia al rendimiento establecido en el expediente técnico; afectando a la valorización en un 96.25% con respecto a lo programado. Para el tercer mes se tuvieron los siguientes rendimientos de mano de obra en las partidas de encofrado; en columnas 76.11% cuya incidencia en la valorización fue de 85.47% por debajo de lo programado; en vigas 115.26% cuya incidencia en la valorización fue de 103.60%; en losa aligerada 88.12% lo que influyó en la valorización en un 96.13%.

Para el cuarto mes de ejecución del proyecto se obtuvieron los rendimientos de mano de obra en partidas de vaciado de concreto fueron las siguientes; en vigas 124.81% cuyo efecto en la valorización fue en un 112.71%; en losa aligerada su tuvieron 80.23% cuya incidencia en la valorización fue de 88.39%. Para el último mes de ejecución en la partida de concreto en vigas se obtuvieron rendimientos en 139.06%, cuya incidencia en la valorización fue de 125.06%; en losa aligerada se tuvo un rendimiento de 92.51% y que correspondió a una incidencia en la valorización de 99.18%

Félix (2021) verifica que el rendimiento en zapatas en San Jerónimo, Andahuaylas es superior al rendimiento propuesto en el expediente técnico. Así también menciona que los rendimientos en columnas son inferiores a lo establecido en el expediente técnico. Esto

significa, que los personales de construcción civil no logran producción esperada; en efecto, el rendimiento de mano de obra no es bueno de acuerdo a la meta propuesta de la entidad. En cuanto a rendimientos en vigas se obtuvo rendimientos menores en relación a lo establecido en el análisis de precios unitarios. Al respecto Quispe (2018) en su estudio realizado en la obra ejecutada del distrito Llacanora demostró, “que los rendimientos de obra son inferiores comparados con CAPECO y con el expediente técnico.

De los resultados obtenidos podemos afirmar que el conocimiento técnico condiciona al rendimiento existiendo una relación pues la falta de conocimiento técnico condiciona al bajo rendimiento del personal , al respecto Arboleda (2014) en su estudio concluye, que la baja calidad de los productos también condiciona el entorno interno o controlable, y se debe tanto a la carencia de capacitación a los trabajadores como al enfoque de calidad que da la administración, la cual orienta la inspección hacia los productos finalizados en lugar de llevarlo a cabo hacia la ejecución de los trabajos. Al respecto Oliva (2013), en su estudio concluye, que los valores de rendimientos y consumos utilizados tienen que estar fundamentados en criterios que tengan en cuentas los componentes de cada proyecto, estos se pueden utilizar para evaluar proyectos ya completados por realizar o en planificación.

Por otro lado, Campos (2018) en su tesis de investigación concluye que los resultados obtenidos en rendimiento de mano de obra en las diferentes partidas objeto de estudio son inferiores a los proporcionados por CAPECO para la ciudad de Lima y Callao. Por lo tanto, estos valores están alejados de nuestra realidad en el distrito de Challhuahuacho y no nos permiten una formulación razonable de los análisis de precios unitarios y por ende una presentación eficiente de presupuestos en las obras que se ejecuten en el distrito mencionado.

VI. Conclusiones

De los rendimientos de mano de obra obtenidos en campo y al ser comparados con los rendimientos establecidos en el análisis de precios unitarios del expediente técnico del colegio Patabamba, se establecieron las valorizaciones de partidas estructurales, valorización de partidas de armado de acero, encofrados y vaciado de concreto; se concluye lo siguiente:

1. Con el rendimiento de mano de obra obtenido en campo de partidas estructurales se demostró que incide en la valorización de la obra, los rendimientos en zapatas fueron superiores a lo establecido en el expediente técnico, debido a que estos trabajos no generaron ninguna complejidad al ser ejecutados, de igual manera la ejecución de las partidas de vigas de conexión presentaron rendimientos por encima de lo estipulado en el análisis de precios unitarios, por lo que se vio reflejado en la valorización de partidas estructurales tanto de zapatas y vigas de conexión. En los elementos estructurales columnas, vigas y losas aligeradas se tuvieron rendimientos de mano de obra por debajo de lo establecido en el expediente técnico, la configuración de los elementos estructurales dificultó el normal avance de estos elementos estructurales, así como la altura de trabajo con respecto al suelo firme y es por ello que se produjo retrasos en su ejecución, siendo necesario la implementación de más cuadrillas y/o días adicionales para la culminación de los trabajos, es así que las valorizaciones fueron influidas negativamente en comparación a lo programado.

2. De acuerdo a los rendimientos de mano de obra en partidas de armado de acero se concluye que las parrillas de zapatas fueron ejecutadas fácilmente y cómodamente, ya que solo consistieron en amarrar los nodos para su posterior colocación; de igual manera los trabajos de armado de acero en vigas de conexión fueron ejecutados con normalidad ya que al estar en contacto con el terreno firme se presentaron altos rendimientos; en los trabajos de acero en losas aligeradas se obtuvieron también altos rendimientos; por lo que la incidencia en las valorizaciones en estos elementos estructurales fueron superiores a lo programado. Contrariamente, en columnas y vigas los rendimientos de mano de obra

fueron inferiores en comparación a lo establecido en el expediente técnico, esto rendimientos fueron bajos, debido a que las columnas en T y L presentaron mayor esfuerzo; así también, en vigas los rendimientos en acero fueron influenciados debido a la configuración geométrica (vigas inclinadas); por lo que se incidió en la valorización negativamente y por debajo de lo programado.

3. De los resultados obtenidos en los rendimientos de mano de obra en encofrados, en vigas de conexión se tuvieron rendimientos superiores a lo establecido en los análisis de precios unitarios por lo que las valorizaciones se vieron favorecidas e incidieron positivamente; en cuantos a los elementos estructurales, columnas, vigas y losa aligerada se obtuvieron rendimientos por debajo de lo establecido en el expediente técnico, debido a ello se tuvieron retrasos considerables en los trabajos de encofrado, ya que la inclinación de las vigas y losas aligeradas disminuyeron el rendimiento, así como la geometría de las columnas T y L, es así que incidieron negativamente en las valorizaciones con respecto a lo programado.

4. En cuanto a los rendimientos de vaciado de concreto; en las partidas vinculadas a zapatas y vigas de conexión se obtuvieron rendimientos de mano de obra elevados por lo que incidieron positivamente en las valorizaciones, y estas estuvieron por encima de lo programado; en las partidas de concreto en columnas y losa aligerada se tuvieron rendimientos inferiores a los redactados en el expediente técnico, por lo que las valorizaciones fueron afectadas negativamente y se presentaron retrasos en la ejecución de estos trabajos, y por último en las vigas resultaron rendimientos por encima de lo establecido en el expediente técnico, es así que incidieron positivamente en las valorizaciones de este elemento estructural fueron superiores a lo programado.

VII. Recomendaciones

1. Se recomienda para investigaciones futuras considerar obtener los rendimientos de mano de obra para partidas de arquitectura, acabos secos y acabados húmedos en edificaciones para altitudes superiores a los 3,500 metros, para tener una mayor referencia a la zona geográfica, ya que en la actualidad se han uniformizado los rendimientos a nivel nacional de acuerdo a lo brindado por la Cámara Peruana de la Construcción y que muchas veces estos rendimientos no se reflejan en campo según en área geográfica.

2. Se recomienda usar y justificar diferentes rendimientos para la elaboración de expedientes técnicos según el área geográfica, así también considerar la configuración geométrica de los elementos estructurales (planta, perfil y sección transversal), se ha podido observar que existe mucha variabilidad de rendimientos entre los elementos estructural de la subestructura (zapatas y vigas de conexión) y los elementos de la superestructura (columnas, vigas y losas aligeradas).

3. Considerar diferentes rendimientos en las partidas de acero de los elementos estructurales (zapatas, vigas de conexión, columnas, vigas y losas aligeradas) según el proceso constructivo, tomando en cuenta la complejidad de la ejecución de la partida, así como la configuración geométrica.

4. Para las partidas de encofrado y concreto en los diferentes elementos estructurales estudiados en la presente investigación, se debe considerar la adición de más insumos en los análisis de precios unitarios, ya que estos insumos inciden en los rendimientos de la mano de obra; así también se ve considerar el proceso constructivo y las condiciones geométricas.

5. De acuerdo a las valorizaciones presentadas a partir de los rendimientos reales obtenidos se ha evidenciado que inciden significativamente; por lo que se recomienda realizar una planificación semanal real para la ejecución de las partidas comprendidas en el expediente técnico, en función de los rendimientos en campo reales obtenidos.

VIII. Referencias

- Aceros Arequipa. (2020). *Hoja técnica: Fierro corrugado ASTM A615 – Grado 60 / NTP 341.031 – Grado 420* [Ficha técnica].
- Aldair Felix (2021) Factores que afectan el rendimiento de mano de obra en la construcción de elementos estructurales para puesto de salud Poltocha. <https://repositorio.utea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3addc3c3-20c6-4754-9976-132ef15cfecf/content>
- Alejandría García, M. C., & Alejandría García, M. F. (2020). *Análisis de productividad y rendimiento de mano de obra de alcantarillas y badenes del proyecto: Mejoramiento del camino vecinal Pilluana–Zapotillo–Alto Paltaico, L = 32+167.78 km, distrito Pilluana–Tres Unidos, provincia Picota, región San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional.
- Alvarado Melgarejo, Joshelin Anayka (2018) “Evaluación del rendimiento de mano de obra en partidas incidentes en el proyecto de pavimentación rígida en el barrio Palmira, Huaraz – Ancash, 2018” https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26314/Alvarado_MJA.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- American Concrete Institute. (s. f.). *What is concrete?* [Página informativa].
- Bautista Caicedo y Romero Guevara (2019) Evaluación y Elaboración de tablas de rendimientos en obra en proyectos de construcción. <https://repositorio.uptc.edu.co/items/38a7d0c7-22a8-4196-8cb3-5d4033573c4b>
- Betancur Toro, M. H., Vélez Caballero, O. de J., Rincón Rodríguez, J. J., Gómez Rueda, M. S., & Rincón Martínez, W. (2021). *Fallos en gerencia de proyectos: Cinco casos de estudio en Colombia*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. doi:10.18566/978-958-764-961-1.
- Botero Botero, L. F. (2002). *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. *Revista Universidad EAFIT*, 38(128), 9–21.

<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/download/843/751/0>

Contraloría General de la República. (2019). *Obras públicas* (Pack anticorrupción).

https://doc.contraloria.gob.pe/PACK_anticorrupcion/documentos/7_OBRAS_PUBLICAS_2019.pdf

Contraloría General de la República. (2019). *Obras públicas: Control preventivo y concurrente* [Material informativo].

https://www.contraloria.gob.pe/wps/wcm/connect/cgrnew/as_contraloria/as_portal/publicaciones/

Diccionario de la Construcción. (s. f.). *Tajo (frente de trabajo)* [Entrada de diccionario técnico].

Gobierno Regional La Libertad. (2015). *Resolución Gerencial Regional N.° 00177-2015-GRLL-GGR/GRI* [Documento institucional].

Hendrickson, C., & Au, T. (2008). *Project management for construction* (Version 2.2). Carnegie Mellon University.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.

https://uniclanet.unicla.edu.mx/assets/contenidos/254857_DOC_2023-03-01_18:46:18.pdf

Hugo Quispe, Katlen Yanett (2021) Determinación del rendimiento de la mano de obra en la construcción de un puesto de control y vigilancia, Rioja, 2018

https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1269/Hugo_Katlen_trabajo_suficiencia_2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y

International Labour Organization. (2017, 17 de enero). *El pago a destajo*.

Losada Suárez Gabriel Alonso (2021) Cálculo de los rendimientos para actividades de construcción que empleen el sistema industrializado.

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b65e41ad-56a6-4949-ae4f-c3353ea26b22/content>

MEP. (s. f.). *Régimen de construcción civil (categorías: operario, oficial y peón)* [Documento informativo].

Ministerio de Economía y Finanzas. (2018). *Reglamento de la Ley N.º 30225, Ley de Contrataciones del Estado (definiciones y gestión de obra)* [Norma y anexo de definiciones].

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Resolución Ministerial N.º 029-2021-VIVIENDA que modifica la Norma Técnica G.040: Definiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.*

Mondelo, E., & Siles, R. (2019). *PM4R: Guía de aprendizaje* (5.ª ed.). Banco Interamericano de Desarrollo (BID) & Instituto Interamericano para el Desarrollo Económico y Social (INDES).

Occupational Safety and Health Administration. (s. f.). *29 CFR 1926.25: Housekeeping* [Norma de seguridad].

Project Management Institute. (2018). *Pulse of the Profession® 2018: Success in Disruptive Times*. Project Management Institute.

Project Management Institute. (2024). *PMI lexicon of project management terms* (Version 4.0) [Glosario oficial].

Rojas Torres, Lizeth Karina (2020) Análisis de rendimientos de equipos en el proceso de perforaciones de anclajes para taludes según el tipo de suelo e imprevistos. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15805/1/RojasLizeth_2020_RendimientosSueloImprevistos.pdf

Rufasto Castillo, Ivonne Jaqueline (2014) Determinación de los rendimientos de mano de obra, en las partidas de concreto armado en la construcción del palacio municipal de la ciudad de San Ignacio, Cajamarca.

Sánchez Varela, Daniel (2018) Estimación de rendimiento y productividad de equipo y mano de obra de un proyecto vial con declaratoria de emergencia.

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10487/estimacion_rendimiento_productividad_equipo_manoobra.pdf

Sernaque Goicochea, Jhonny Jheison (2020) Evaluación de la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la ejecución del proyecto: construcción de alcantarillas en la provincia de Rioja - San Martín, 2020

https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1303/Sernaque_Jhonn_y_trabajo_suficiencia_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sharma, A., & Vyas, G. (2022). Formwork in reinforced concrete construction. *Buildings*, volumen(número)

The Standish Group International, Inc. (2015). *CHAOS Report 2015* [Report].

Villafuerte Lujano, Ingrid Ángela (2017) Estudio comparativo de rendimientos de mano de obra en el proceso constructivo de obra de saneamiento de las empresas SEDA Juliaca y EMSA Puno. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/9927>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.