



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECONOMÍA



TESIS

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN APLICANDO
LEAN CONSTRUCTION BASADO EN RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA
– PUNO – 2022 - 2023**

PRESENTADA POR:

RONALD RAMON CASTILLO PINTO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA

CON MENCIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

PUNO, PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA
CONSTRUCCIÓN APLICANDO LEAN CO
NSTRUCTION BASADO EN RENDIMIEN
TOS D**

AUTOR

Ronald Ramon Castillo Pinto

RECuento DE PALABRAS

18782 Words

RECuento DE CARACTERES

104332 Characters

RECuento DE PÁGINAS

123 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.7MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 11, 2024 3:28 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 11, 2024 3:29 PM GMT-5

● **12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


Ing. Econ. Edson Apaza Mamani
Dr. Economía y Gestión
Mg. Economía



Ing. Jared Luque Coyá
ING. ESTADÍSTICO E INFORMATICO
CIP. 116625

Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TESIS

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN APLICANDO
LEAN CONSTRUCTION BASADO EN RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA
– PUNO – 2022 - 2023



PRESENTADA POR:

RONALD RAMON CASTILLO PINTO
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMIA
CON MENCIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE


.....
Dr. RONALD PAUL AVILA CHOQUE

PRIMER MIEMBRO


.....
M.Sc. LENY VALODIA ROBLES CUTIPA

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M.Sc. HENRY ALDO SUCARI TURPO

ASESOR DE TESIS


.....
Dr. EDSON APAZA MAMANI

Puno, 13 de enero de 2024.

ÁREA: Economía Regional y Local.
TEMA: Inversión y Crecimiento Regional.
LÍNEA: Análisis Regional.



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, quien ha sido mi Nota de inspiración, brindándome la fuerza y perseverancia necesarias para avanzar en la consecución de uno de mis más anhelados objetivos.

Esta tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amada esposa, Paola Parisaca M., a quien agradezco por su paciencia y apoyo constante. Su aliento y fe en mis capacidades han sido fundamentales, incluso en los momentos más difíciles. Siempre ha demostrado comprensión, cariño y amor incondicional.

A mis queridos padres, Ramon B. Castillo T. y Gumerinda Pinto M., les dedico un especial reconocimiento por ser Nota inagotable de apoyo, motivación e inspiración. Gracias a su respaldo, he logrado superarme día a día, aspirando a un futuro mejor para todos.

A mis hermanos, Raúl O. Castillo P. y Beca L. M. Castillo P., les agradezco su tiempo y apoyo incondicional durante este proceso. Sin esperar recompensa alguna, compartieron generosamente su respaldo. También extendiendo mi gratitud a todas aquellas personas que, a lo largo de este camino, estuvieron a mi lado, brindándome su apoyo y contribuyendo a hacer realidad este sueño.

A todos, ¡muchas gracias!

Ronald Ramon Castillo Pinto



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Dr. Edson Apaza M., mi asesor de tesis, cuya presencia fue fundamental para la culminación de este trabajo. Sin sus virtudes, paciencia y constancia, este logro no hubiera sido posible. Aprecio sus valiosos consejos y todos sus conocimientos, los cuales fueron de gran utilidad cuando las ideas se resistían a salir de mi mente. Le agradezco especialmente por sus múltiples palabras de aliento en los momentos en que más las necesitaba y por su constante apoyo durante las horas de trabajo, incluso cuando la claridad se desvanecía. Sus orientaciones han sido invaluable contribución.

También quiero expresar mi reconocimiento a mis jurados de tesis: Dr. Ing. Ronald P. Avila Ch., M.Sc. Ing. Leny V. Robles C. y Mag. Ing. Henry A. Sucari T. su participación activa y profesional dejó una huella significativa en esta historia. Agradezco sus sugerencias, observaciones y valiosos aportes que enriquecieron el contenido y la calidad de este trabajo.

A mis compañeros de estudios, colegas y amigos, les dedico un agradecimiento especial. Hoy, al concluir esta maravillosa aventura académica, no puedo dejar de recordar las numerosas tardes y horas de trabajo compartidas a lo largo de nuestra formación. Este momento marca el cierre de un capítulo significativo en nuestras vidas, y quiero expresar mi profundo agradecimiento por su apoyo constante. Gracias por estar presentes en las horas más difíciles y por compartir el esfuerzo conjunto en nuestras jornadas de estudio. Su compañía ha sido invaluable.

Ronald Ramon Castillo Pinto



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
ACRÓNIMOS	x
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco teórico	4
1.1.1	Obras	4
1.1.2	Productividad en la construcción	5
1.1.3	Herramientas para la mejora de la productividad en la construcción	9
1.1.4	Aplicación de herramientas para mejora de la productividad	12
1.1.5	Herramientas de control de la mano de obra	13
1.1.6	Marco conceptual	17
1.2	Antecedentes	18
1.2.1	Internacionales	18
1.2.2	Nacionales	18
1.2.3	Locales	25

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	26
2.2	Enunciados del problema	27
2.2.1	Problema general	27
2.2.2	Problemas específicos	28
2.3	Justificación	28
2.4	Objetivos	29



2.4.1	Objetivo general	29
2.4.2	Objetivos específicos	29
2.5	Hipótesis	29
2.5.1	Hipótesis general	29
2.5.2	Hipótesis específicas	29
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	Lugar de estudio	31
3.2	Población	31
3.3	Muestra	31
3.4	Método de investigación	32
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	33
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	Resultados	36
4.1.1	Tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction	36
4.1.2	Last Planner y Look Ahead para reducir los tiempos no productivos en la construcción.	52
4.1.3	Ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos en la construcción	61
4.2	Discusión	73
CONCLUSIONES		76
RECOMENDACIONES		78
BIBLIOGRAFÍA		79
ANEXOS		85

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Modelo de Factores de Thomas y Yiakoumis (adaptado de "Factor Model for Construction Productivity", Estados Unidos, 1987)	6
2. Clasificación de pérdidas (Adaptado de "The wastes of production in construction – A TFV based taxonomy" (Bolviken et al., 2014)	8
3. Producción convencional y producción sin pérdidas	12
4. Operacionalización de variables	30
5. Flujo de proceso	36
6. Flujo de proceso	41
7. Lookahead: Obra: "Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia de Chucuito – departamento de Puno"- Mes 1	53
8. Lookahead: Obra: "Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia de Chucuito – departamento de Puno"- Mes 2	54
9. Lookahead: Obra: "Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia de Chucuito – departamento de Puno"- Mes 3	55
10. Lookahead: Obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno" (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina) - Mes 1	56
11. Lookahead: Obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno" (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina) - Mes 2	57
12. Lookahead: Obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno" (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina) - Mes 3	58



13.	Análisis de restricciones: Obra: “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia de Chucuito – departamento de Puno”	59
14.	Análisis de restricciones: Obra: “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno” (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina)	60
15.	Reporte de IP: Partida - concreto F'C = 210 kg/cm ² para columnas	61
16.	Reporte de IP: Partida - encofrado y desencofrado para columnas	63
17.	Reporte de IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm ² para columnas	64
18.	Reporte de IP: Partida - concreto F'C=210 kg/cm ² para vigas	66
19.	Reporte de IP: Partida - encofrado y desencofrado para vigas	67
20.	Reporte de IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm ² para vigas	69
21.	Reporte de IP: Partida - muros y tabiques de albañilería	70
22.	Obra: IEI 787, Prueba de Kolmogorov-Smirnov	72
23.	Obra: Mej Cap, Prueba de Kolmogorov-Smirnov	73



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Ciclo de Deming	11
2. Grupo de procesos de dirección de proyectos	13
3. Proyecto de construcción	14
4. Enfoque - Lean Construction	14
5. Integración: PMI - Lean Construction	15
6. PMI – Lean Construction: Herramientas de control de mano de obra	16
7. Ubicación de la Región de Puno	31
8. Diseño Explicativo adaptado de Creswell y Plano (2007)	32
9. Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo	37
10. Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo	37
11. Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo	38
12. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)	38
13. Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo	39
14. Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo	40
15. Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo	40
16. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)	41
17. Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo	42
18. Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo	43
19. Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo	43
20. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)	44
21. Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo	45
22. Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo	45
23. Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo	46
24. Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)	46
25. Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo	47
26. Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo	48
27. Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo	48



28.	Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)	49
29.	Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo	50
30.	Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo	50
31.	Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo	51
32.	Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)	51
33.	Curva de productividad: Concreto F'C=210 kg/cm ² para columnas	62
34.	Curva de productividad: Encofrado y desencofrado para columnas	64
35.	Curva de productividad: Acero corrugado FY = 4200 kg/cm ² para columnas	65
36.	Curva de productividad: Concreto F'C=210 kg/cm ² para vigas	67
37.	Curva de productividad: Encofrado y desencofrado para vigas	68
38.	Curva de productividad: Acero corrugado FY = 4200 kg/cm ² para vigas	70
39.	Curva de productividad: Muros y tabiques de albañilería	71



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	85
2. Programación rítmica	88
3. Programación rítmica - malla CPM del proyecto	88
4. Instrumentos de recolección de datos	89
5. Base de datos	92
6. Declaración jurada de autenticidad de tesis	107
7. Autorización para el depósito repositorio institucional	108



ACRÓNIMOS

A	: Acero
A	: Apoyo
AA	: Armadura de acero
AP	: Administración del proyecto
ASME	: American Society of Mechanical Engineers
C	: Concreto
CL	: Colocación de ladrillos
CM	: Colocación del mortero
CPM	: Costo por mil
CRO	: Capacidad de recurso humano de obra
CV	: Control y verificación
DA	: Día anormal
E	: Encofrado
E	: Esperas
ED	: Encofrado y desencofrado
EPG	: Escuela de Posgrado
F	: Flujo
F'C	: Concrete Compressive Strength
FY	: Yield Strength
GC	: Grado de complejidad
HH	: Hora hombre
HM	: Hora máquina
HP	: Horizonte de productividad
I	: Información
ICRO	: Índice de capacidad de recurso humano en obra
IC	: Índice de clima
IEI	: Institución Educativa Inicial
IP	: Indicador de productividad
L	: Limpieza



L	: Colocación de ladrillos
LPS	: Last Planner System
M	: Mediciones
M	: Colocación del mortero
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas
MFV	: Mapa de flujo de valor
NGA	: Nivel general de actividad
O	: Tiempo ocioso
OC	: Otros contributorios
ONC	: Otros no contributorios
P	: Productividad
PA	: Productividad acumulada
PAC	: Porcentaje de asignaciones completadas
PAT	: Productividad acumulada total
PD	: Productividad diaria
PMI	: Project Management Institute
PMBOK	: Project Management Body of Knowledge
PP	: Productividad del proceso
R	: Trabajo rehecho
RNE	: Reglamento nacional de edificaciones
T	: Transformación
T	: Transporte
TC	: Tiempo contributorio
TNC	: Tiempo no contributorio
TNP	: Tiempo no productivo
TP	: Tiempo productivo
UNA	: Universidad Nacional del Altiplano
V	: Valor
V	: Viajes
V	: Control y verificación
VC	: Vaciado de concreto



VD : Variable dependiente
VI : Variable independiente

RESUMEN

Esta tesis se enfoca en mejorar la productividad de la construcción en la región de Puno, evaluando el rendimiento de mano de obra, mediante la implementación de la metodología lean construction, con el fin de mejorar la ejecución de obras. Planteándose como objetivo general, analizar la productividad en la construcción aplicando lean construction basado en rendimientos de mano de obra – Puno – 2022-2023 y objetivos específicos: determinar los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction; aplicar herramientas como last planner y look ahead para reducir los tiempos no productivos en la construcción; y aplicar ciclo de deming para mejorar los tiempos productivos en la construcción. La metodología empleada fue un diseño no experimental, modalidad de investigación ex post facto. Los resultados muestran una mejora significativa en los tiempos productivos. Proyecto "Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 Vilcallamas Abajo", lográndose tiempos productivos: TP = 34.29%, TC = 36.19% y TNC = 29.52%; similarmente, proyecto "Mejoramiento de la capacidad operativa de la Municipalidad Provincial Chucuito", los valores fueron TP = 37.00%, TC = 35.00% y TNC = 28.00%. Además, el ciclo de deming demostró un impacto positivo en la productividad, reflejando un índice de productividad acumulado favorable de 0.66, 0.098 y 0.000382. En conclusión, la adopción de lean construction para proyectos de construcción en Puno, demostró ser eficaz para mejorar la productividad de la mano de obra, lo que subraya la importancia de integrar metodologías de planificación y mejora continua en la gestión de proyectos.

Palabras clave: Construcción sin pérdidas, obra, productividad, rendimiento, tiempo en construcción.

ABSTRACT

This thesis focuses on improving construction productivity in the Puno region by evaluating labor performance through the implementation of the lean construction methodology to enhance project execution. The general objective is to analyze construction productivity by applying lean construction based on labor performance in Puno during the period 2022-2023. The specific objectives are to determine productive times in construction by applying lean construction; use tools such as the Last Planner System and look-ahead planning to reduce non-productive times; and apply the Deming cycle to improve productive times in construction. The methodology used was a non-experimental design, with the ex post facto research approach. The results show a significant improvement in productive times. In the project "Improvement of the educational services of the I.E.I. No. 787 Vilcallamas Abajo", the productive times achieved were: Productive Time (TP) = 34.29%, Contributory Time (TC) = 36.19% and Non-Contributory Time (TNC) = 29.52%. Similarly, in the project "Improvement of the operational capacity of the Chucuito Provincial Municipality", the values were TP = 37.00%, TC = 35.00% and TNC = 28.00%. Moreover, the application of the Deming cycle demonstrated a positive impact on productivity, reflected in a favorable cumulative productivity index of 0.66, 0.098 and 0.000382. In conclusion, the adoption of lean construction for construction projects in Puno proved to be effective in improving labor productivity, underscoring the importance of integrating planning and continuous improvement methodologies in project management.

Keywords: Construction without losses, performance, productivity, time in construction, work.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, diversos factores como el aumento en los costos unitarios de mano de obra, los beneficios otorgados por el sindicato de construcción civil y el incremento de precios de materiales comúnmente empleados están teniendo un impacto significativo en los proyectos de construcción. Esto, a su vez, obliga a un aumento en los costos generales de los proyectos, a pesar de que el mercado está ejerciendo presión para mantener la estabilidad económica. Asimismo, la falta de aplicación de herramientas como el "Last Planner" y la planificación "Look Ahead" en los proyectos realizados en la región de Puno impide mejorar la productividad en el terreno, lo que tiene un impacto directo en los aspectos económicos, los métodos tradicionales de ejecución de proyectos de construcción no aportan valor añadido a la industria de la construcción, lo que resulta en un encarecimiento de las obras y una falta de eficiencia en su ejecución.

Las ventajas de la nueva filosofía de producción en términos de productividad, calidad e indicadores fueron tan convincentes en la práctica que condujeron a una rápida difusión de estos nuevos principios. Howell (1999) precisa que, la construcción Lean es muy parecida a la práctica actual como objetivo. Lukowski (2010) manifiesta que, lean Construction es la aplicación práctica de los principios de manufactura esbelta, o pensamiento lean, al entorno de la construcción. Yahya y Mohamad (2011) detalla, la construcción Lean se trata de administrar y mejorar el proceso de construcción para la rentabilidad, proporciona lo que el cliente necesita al eliminar el desperdicio en el flujo de construcción, al utilizar el principio, los recursos y las medidas correctas para entregar las cosas correctamente por primera vez. Cabe destacar, Last Planner System pretende llevar los objetivos generales de proyecto a la realidad del día a día y su programación en cascada se organiza en tres niveles: Programación a largo plazo (Main Program), a medio plazo (Lookahead Program) y programación a corto plazo o Weekly Work Plan.

Asimismo, en la presente investigación en el capítulo I, se aborda temas del marco teórico, capítulo II planteamiento del problema, capítulo III materiales y métodos, y capítulo IV resultados y discusión, finalizando con las conclusiones y recomendaciones producto del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Obras

A. Obra

En el contexto de la construcción, una obra de construcción abarca todos los trabajos relacionados con la construcción o la ingeniería civil, siempre y cuando estén directamente vinculados a actividades de construcción. En este marco conceptual, la mano de obra se considera un recurso activo esencial en el proceso constructivo y tiene un impacto significativo en la duración de dicho proceso. La productividad de la mano de obra se refiere a la cantidad de trabajo que un individuo o un equipo de trabajo claramente definido puede llevar a cabo en un período de tiempo determinado. En resumen, la productividad de la mano de obra es un indicador clave para evaluar la eficiencia y el rendimiento en proyectos de construcción (Mejía y Hernández, 2007).

B. Tipos de Obras de Construcción

Los tipos de Obras de construcción más conocidos son:

- Construcciones de Edificios y viviendas
- Construcciones hidráulicas
- Construcciones de pavimentos y carreteras
- Construcción de Puentes
- Construcciones de Acero

C. Tipos de Ejecución de Obras

Los tipos de ejecución de Obras de construcción están divididos en dos grupos principales en el Perú.

- Obras públicas. - Los cuales el estado con sus propios recursos de personal, maquinaria y otros ejecutan.

- Obras por contrato. - Los cuales son ejecutados mediante los servicios de una empresa privada, en donde este usa sus recursos de personal, maquinaria propia.

1.1.2 Productividad en la construcción

A. Productividad

La identificación de pérdidas en la construcción a través de técnicas simples como el muestreo de trabajo, encuestas de demoras y cartas de balance de cuadrillas se ha utilizado como un indicador indirecto de la productividad. La premisa subyacente es que al identificar las categorías y causas de las pérdidas en el proceso de construcción y al tomar medidas para reducirlas, se logrará un aumento en la productividad (Alarcón, 1993). En contraste, en países asiáticos, a diferencia de Colombia, se ha comprendido que la productividad está intrínsecamente ligada al crecimiento económico. Este entendimiento ha llevado a una preocupación constante por la calidad de la fuerza laboral en estos países. Como resultado, han mantenido un enfoque continuo en el desarrollo y la mejora de sus recursos humanos como un componente esencial para impulsar la productividad y el crecimiento económico (Mejía y Hernández, 2007).

B. Factores que afectan la productividad en la construcción

El "Modelo de Factores" propuesto por Thomas y Yiakoumis en 1987 es una aproximación que busca interpretar el comportamiento de la productividad en función de los elementos que la afectan. Este modelo se basa en la teoría de sistemas y representa la producción como una serie de procesos de conversión tecnológica. Según Thomas, los procesos y, por lo tanto, la productividad, están influenciados por tres tipos de factores: factores del proceso, factores del contenido de trabajo y factores externos (Román, 2015).

Tabla 1

Modelo de Factores de Thomas y Yiakoumis (adaptado de "Factor Model for Construction Productivity", Estados Unidos, 1987)

FACTOR	INDICADOR
Del proceso	Capacidad de recurso humano de obra (CRO)
	Índice de capacidad de recurso humano en obra (ICRO)
	Administración del proyecto (AP)
	Productividad del Proceso (PP)
	Productividad acumulada (PA)
Ambiente externo	Productividad acumulada total (PAT)
	Índice de Clima (IC)
	Grado de complejidad (GC)
Contenido del trabajo	Horizonte de productividad (HP)
	Día Anormal (DA)

Nota. Factor Model for Construction Productivity. Thomas y Yiakoumis, 1987.

C. Filosofía Lean Construction

Koskela (1992) detalla, las ventajas de la nueva filosofía de producción en términos de productividad, calidad e indicadores fueron tan convincentes en la práctica que condujeron a una rápida difusión de estos nuevos principios. Howell (1999) por su lado manifiesta, la construcción Lean es muy parecida a la práctica actual como objetivo. Lukowski (2010) afirma, que, lean construction es la aplicación práctica de los principios de manufactura esbelta, o pensamiento lean, al entorno de la construcción. Yahya y Mohamad (2011) manifiesta que, la construcción Lean se trata de administrar y mejorar el proceso de construcción para la rentabilidad, proporciona lo que el cliente necesita al eliminar el desperdicio en el flujo de construcción, al utilizar el principio, los recursos y las medidas correctas para entregar las cosas correctamente por primera vez (Marhani, Jaapar, y Bari, 2012).

D. Principios de Lean Construction

Para poner en práctica la Construcción sin Pérdidas en la empresa, es importante conocer los principios que son la base de la filosofía Lean Construction.

- Reducir las actividades que no aportan valor al cliente
- Aumentar el valor del producto / servicio a partir de las consideraciones de los clientes externos / internos
- Reducir la variabilidad
- Reducir el tiempo de ciclo
- Minimizar los pasos para simplificar el proceso
- Aumentar la flexibilidad de las salidas
- Aumentar la transparencia del proceso
- Centrarse en el proceso global
- Introducir mejoras continuas en el proceso
- Introducir mejoramiento continuo en los procesos
- Benchmarking (Akanbi, Oyedolapo, y Steven, 2019).

E. Mejora Continua (Ciclo de Deming)

Un flujo de producción puede ser caracterizado por el tiempo del ciclo que se refiere al tiempo requerido para que un material atraviese parte del flujo; lo cual nos permite hacer la mejora continua mediante el ciclo de Deming, al determinar los puntos que requieren una mejora (Melendez, 2011).

F. Producción sin Pérdidas (Lean Production) y definición del valor

La teoría de conversión, también conocida como teoría de procesos, se refiere a la concepción de un proceso de producción como la transformación de materia prima en un producto terminado. El modelo de conversión de procesos es una representación clásica de cómo se estructuran las tareas individuales en el ámbito de la construcción. Su función principal es descomponer el trabajo en una jerarquía de

actividades para que estas puedan ser controladas y optimizadas de manera efectiva. El logro de valor en este contexto se produce cuando se alcanzan los siguientes efectos: Calidad deseada percibida, cumplimiento antes del plazo, seguridad, smooth ongoing: se refiere a la ejecución sin contratiempos, cliente satisfecho por lo que recibe y margen adecuado (Burneo, 2013).

G. Pérdidas y clasificación

En un principio, se creía erróneamente que las pérdidas en la construcción se limitaban a los desperdicios de materiales durante la ejecución de las obras. Esta concepción equivocada se debía al enfoque tradicional de conversión tecnológica en el que se consideraba que la producción consistía principalmente en transformar materia prima en productos terminados. Sin embargo, esta perspectiva limitada no tenía en cuenta otros aspectos importantes que influyen en la eficiencia y la productividad en la construcción (Román, 2015).

Tabla 2

Clasificación de perdidas (Adaptado de “The wastes of production in construction – A TFV based taxonomy” (Bolviken et al., 2014)

	Transformación (T)	Flujo (F)	Valor (V)
Recurso	Materiales, equipos, fuerza laboral	Tiempo	-
Tipo de perdida	Pérdida material	Pérdida de Tiempo	Pérdida de valor
Perdidas	1. Desperdicio de materiales	En el Flujo de Trabajo	En el Producto
	2. Uso excesivo de HM	1. Movimiento excesivo de personal	1. Defectos
	3. Uso excesivo de HH	2. Re-trabajos	2. Producto no satisface al cliente

Transformación (T)	Flujo (F)	Valor (V)
	3. Trabajos ineficientes	Por el Producto
	4. Esperas	1. Emisiones contaminantes
	En el Flujo del Producto	2. Lesiones y enfermedades
	1. Espacio libre sin trabajar	debido al producto
	2. Materiales acumulados	
	3. Excesivo transporte de materiales	

Nota. The wastes of production in construction – A TFV based taxonomy. Bolviken et al., 2014.

H. Lean para la mejora de la productividad del trabajo

- Mapa de Flujo de Valor (MFV)
- Ciclos de Mejoramiento Continuo
- Control y Planeamiento de la Producción (Last Planner)

1.1.3 Herramientas para la mejora de la productividad en la construcción

A. Herramientas de control y medición de la productividad

- Control de la Productividad
- Medición de la productividad

B. Herramientas de Lean Construction

B.1 Horizonte y umbral de productividad

El horizonte de productividad de un proyecto (HP) es un indicador global que representa el valor de la mejor productividad que se puede lograr en el proyecto. Este valor está influenciado por el grado de

complejidad de la actividad a realizar. Para calcular el HP, se toma la mediana de los tres días en los que se alcanza la productividad diaria más alta. La productividad diaria (PD) se calcula dividiendo la cantidad de actividad realizada en un día entre las horas hombre (HH) empleadas para llevar a cabo esa actividad. En otras palabras, la PD mide cuánta actividad se puede completar en un día de trabajo por unidad de tiempo y de recursos humanos (Arcudia, Solís, y Baeza, 2004).

$$PD = \frac{\text{Cantidad de actividad realizada}}{HH}$$

C. Herramientas de Lean Production

Un proyecto de construcción complejo consta de N tipos de habitaciones, cada uno de los cuales requiere una serie de operaciones con una secuencia de trabajo única para el trabajo de acabado. Para modelar el trabajo de acabado de un tipo de sala utilizando la notación de red actividad en nodo, donde un conjunto de M nodos representa M operaciones con arcos entre los nodos para representar sus relaciones de precedencia "finis-to-start" cuando se desarrollan los fragnets (Dong, Ge, Fischer, y Haddad, 2012).

$$P (\text{productividad}) = \frac{\text{Recursos empleados}}{\text{Unidad de producción}}$$

$$\text{Precio} = \text{Costo} - \text{Margen}$$

$$\text{Precio} - \text{Costo} = \text{Beneficio}$$

D. Tiempos Productivos (TP, TC, TNP)

Los tiempos que se tienen que medir en la ejecución de obras bajo la filosofía Lean Construction son:

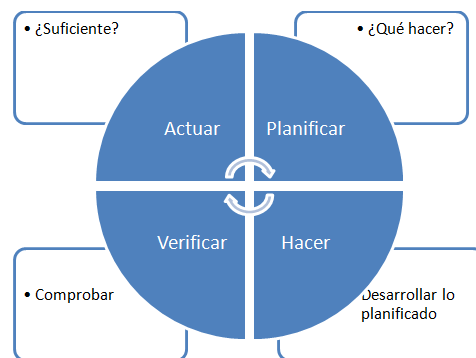
- TP: Tiempo productivo
- TC: Tiempo Contributorio
- TNP: Tiempo No Productivo

E. Ciclo de Deming

Teniendo en cuenta los factores que inciden negativamente en la productividad, el administrador de obra debe adoptar acciones correctivas conducentes a la solución de los problemas identificados, como objetivo del mejoramiento de la productividad. Para realizar lo anterior, se recomienda seguir el ciclo del mejoramiento de la productividad o Ciclo de Deming (Botero y Álvarez, 2004).

Figura 1

Ciclo de Deming



Nota. <https://leanmanufacturing10.com/el-circulo-de-deming-pdca-como-aplicarlo-en-una-empresa-ejemplos>.

F. Last Planner

Los proyectos con métodos de programación convencionales muestran una brecha entre Planificación de proyectos a largo plazo y planificación de ejecuciones a corto plazo. Dado que el período de tiempo antes de la ejecución de la tarea no se planifica en detalle, los recursos y la información no se pueden proporcionar a tiempo, y las restricciones no se pueden eliminar en una etapa temprana. Los proyectos de construcción de hoy son complejos, agobiados por muchas incertidumbres y sujetos a cambios en la planificación (Heigermoser et al., 2019).

G. Look Ahead

El Plan Lookahead cierra la brecha entre el proyecto a largo plazo Planificación y planificación de la ejecución a corto plazo. La frecuencia

de la planificación es semanal. El marco de tiempo de planificación, que está relacionado con la naturaleza del proyecto, suele ser de seis semanas, ya que la mayoría de los problemas relacionados con la construcción pueden eliminarse dentro de este período (Heigermoser et al., 2019).

1.1.4 Aplicación de herramientas para mejora de la productividad

- Implementación de Plan
- Implementación de Lean Construction
- Implementación de Ciclo de Deming
- Implementación de Producción sin Pérdidas (Lean Production) y valor agregado
- Implementación de Control de Tiempos Productivos
- Implementación de Ciclo de Deming
- Implementación de Plan Maestro
- Implementación Last Planner y Look Ahead
- Implementación Flujograma ASME
- Implementación Diagrama de Flujo del Proceso

Tabla 3

Producción convencional y producción sin pérdidas

	Producción convencional	Producción sin pérdidas
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa
Alcance	Control	Gestión, asesoramiento, control
Modo de aplicación	Impuesta por la dirección	Por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Internos y externos

	Producción convencional	Producción sin pérdidas
Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones (actividades) todas las actividades añaden valor al producto que no agregan valor al producto	La producción consiste de conversiones y flujos, hay actividades que agregan valor y actividades
Control	Coste de las actividades	Dirigido hacia el coste, tiempo y valor de los flujos Reducción de las tareas de flujo, aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología
Mejora	Implementación de nuevas tecnologías	

Nota. Producción convencional y producción LEAN. Campero y Alarcón, 2008.

1.1.5 Herramientas de control de la mano de obra

A. Enfoque: PMI-PMBOK

A.1 Grupo de procesos de dirección de proyectos.

Figura 2

Grupo de procesos de dirección de proyectos

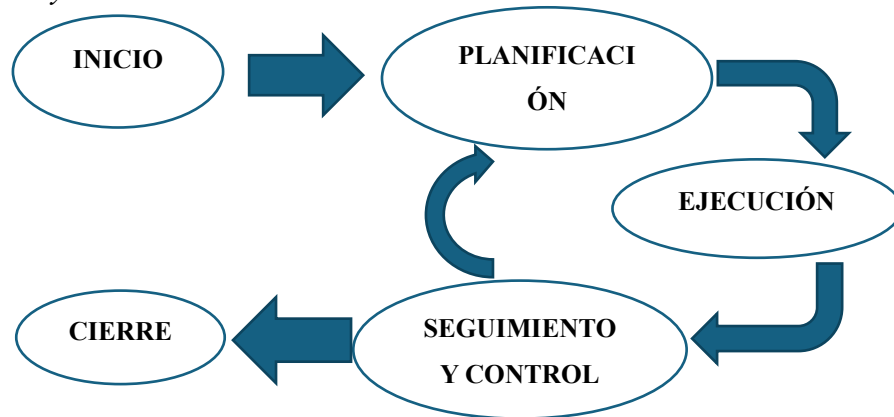


Nota. Herramientas de control de mano de obra en proyectos de construcción. Lozano, 2021.

A.2 Proyecto de construcción

Figura 3

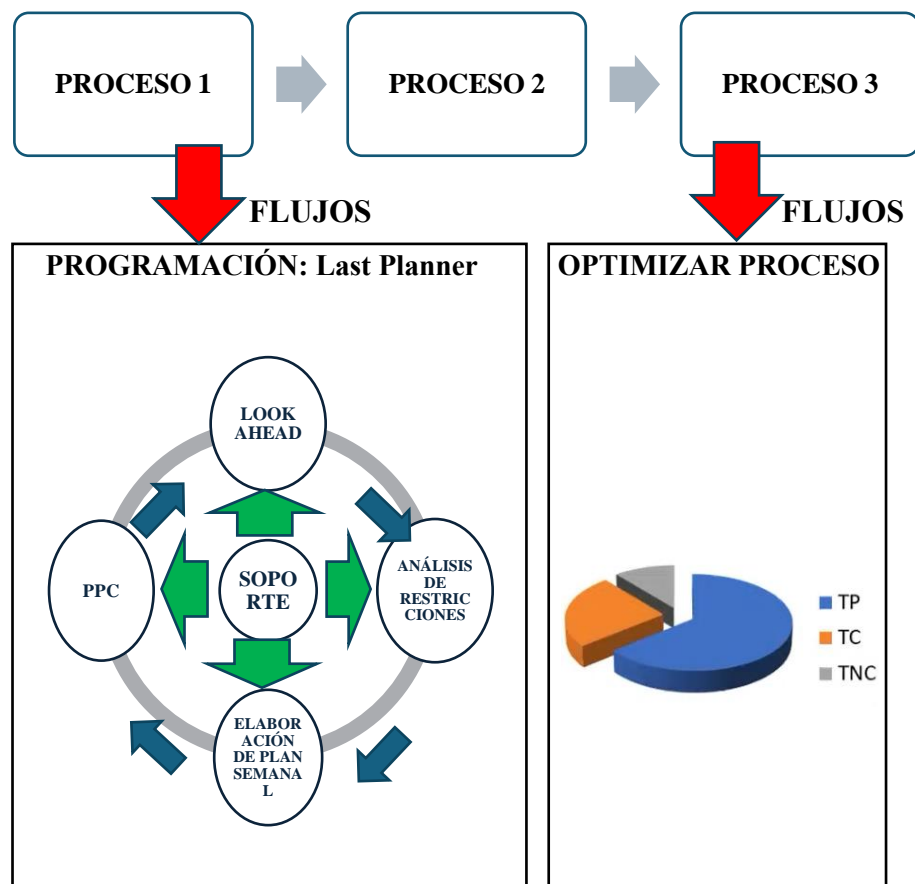
Proyecto de construcción



A.3 Enfoque: Lean Construction

Figura 4

Enfoque - Lean Construction



Nota. Herramientas de control de mano de obra en proyectos de construcción.

Lozano, 2021.

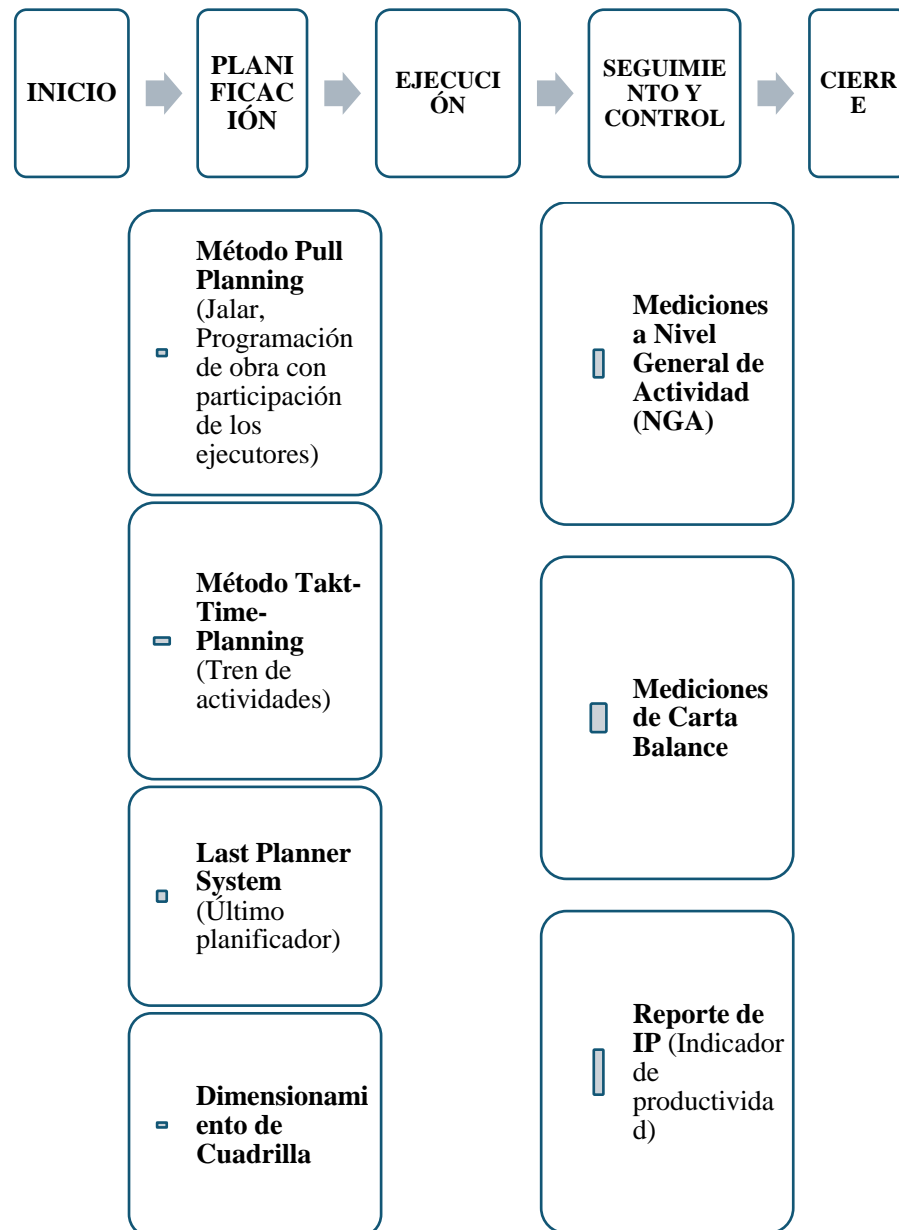
Donde:

- TP : Tiempo Productivo
 TC : Tiempo Contributorio
 TNC o TNP : Tiempo No Productivo

A.4 Integración: PMI - Lean Construction

Figura 5

Integración: PMI - Lean Construction



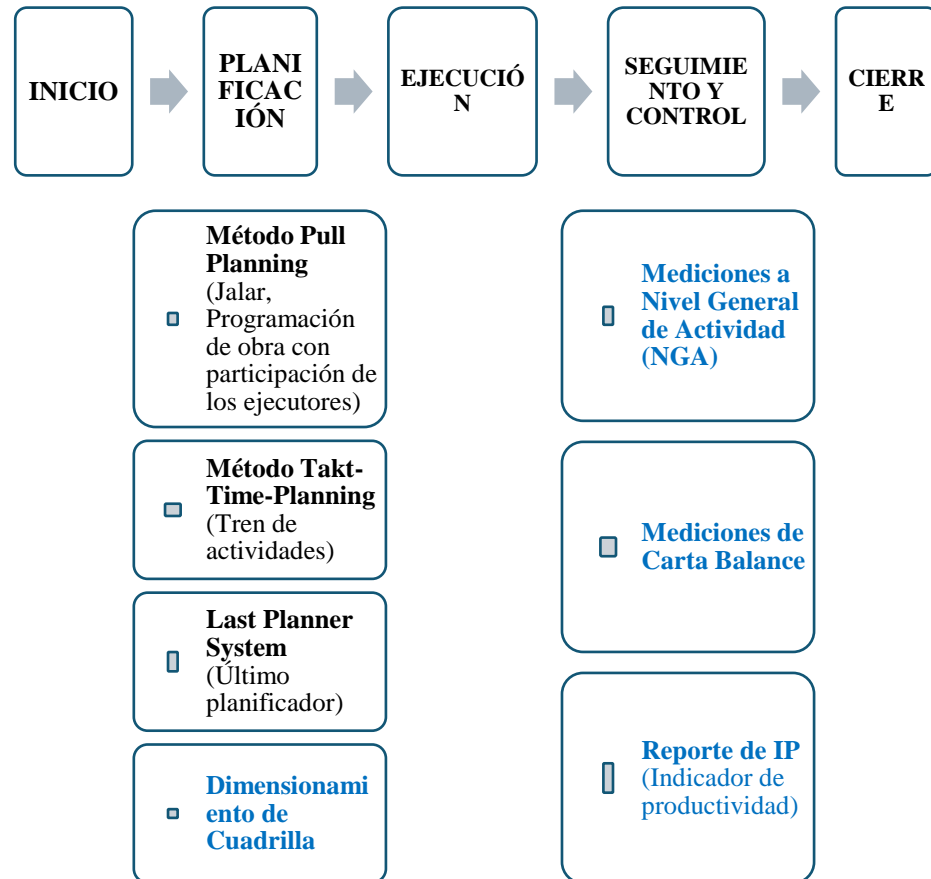
Nota. Herramientas de control de mano de obra en proyectos de construcción.

Lozano, 2021.

A.5 PMI – Lean Construction: Herramientas de control de mano de obra de obra

Figura 6

PMI – Lean Construction: Herramientas de control de mano de obra



Nota. Herramientas de control de mano de obra en proyectos de construcción. Lozano, 2021.

La gestión de proyectos se ha vuelto crucial para organizar y administrar recursos de manera efectiva, bajo el enfoque de la metodología PMI, para optimizar la planificación, anticipando riesgos y costos imprevistos (Paz et al., 2018). Por otro lado, un proceso es un conjunto de acciones y actividades conectadas que buscan producir un producto, resultado o servicio específico (Mañuico, 2015). Asimismo, cabe resaltar que, en la década de los cincuenta, el aumento en el tamaño y la complejidad de los proyectos, junto con los grandes desajustes en presupuesto y plazos de entrega, impulsaron la creación de herramientas de control, como el PERT (Técnica de evaluación y revisión de

programas), desarrollada en 1958 por el departamento naval de los Estados Unidos (Vargas, 2018). También, la gestión de la integración del proyecto abarca los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los distintos procesos y tareas de dirección del proyecto dentro de los grupos de procesos de gestión de proyectos (Barraza y Gamarra, 2019). Por otro lado, la gestión de riesgos del proyecto involucra los procesos de planificación, identificación, análisis, y planificación de respuestas, además de la implementación y monitoreo de las respuestas a los riesgos que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto (Jerez, 2020). Asimismo, la política de la organización define varias etapas en la gestión de riesgos del proyecto, tales como la identificación, evaluación, manejo, monitoreo, comunicación y consolidación de los riesgos (Pacheco, 2017).

1.1.6 Marco conceptual

Lean Construction. - El enfoque basado en la gestión de proyectos de construcción que sigue los principios de la mejora continua y el Lean Manufacturing, se centra en la eficiencia y la optimización de los procesos de construcción. Este método Lean busca constantemente la mejora continua, la minimización de pérdidas y la maximización del valor del producto final, y se desarrolla en colaboración con el cliente.

Ciclo de Deming. - La mejora continua es una filosofía que puede aplicarse en diversas áreas de una organización, desde la producción y la calidad de los productos hasta los procesos internos y la satisfacción del cliente. Al adoptar esta mentalidad de mejora constante, las organizaciones pueden mantenerse competitivas y adaptarse a los cambios en el entorno empresarial de manera efectiva.

Productividad. - Se refiere a la relación entre la cantidad de productos o resultados obtenidos por un sistema productivo y los recursos utilizados para lograr esa producción. También puede definirse como la relación entre los resultados obtenidos y el tiempo empleado para obtenerlos. En esencia, mide cuán bien se están utilizando los recursos disponibles para lograr un objetivo o resultado deseado.

Tiempo en Construcción. - Es una magnitud que se utiliza para medir la duración de las actividades en obras y proyectos de construcción. El tiempo es esencial en la planificación y ejecución de proyectos, ya que permite establecer un orden secuencial de eventos, determinando cuándo ocurrieron en el pasado, cuándo ocurrirán en el futuro y cuándo se están llevando a cabo en el presente.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

Botero y Álvarez (2003) en su investigación intitolado, identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción, dicho estudio está relacionado con el mejoramiento de la productividad en proyectos de vivienda de interés social a través de la filosofía Lean Construction (Construcción sin pérdidas), presenta conceptos y aplicaciones de la novedosa filosofía de gestión en la construcción. Estos conceptos y aplicaciones pueden ser adoptados por las empresas constructoras con el propósito de identificar las pérdidas en el proceso productivo. Este enfoque se considera como el punto de partida esencial para buscar la mejora en su desempeño, llegando a la conclusión de tiempos productivos en Chile, Tiempo productivo (TP)=47 %, Tiempo contributivo (TC)=28 % y Tiempo no productivo (TNP)=25 % y en Medellín - Colombia, Tiempo productivo (TP)=37 %, Tiempo contributivo (TC)=36 % y Tiempo no productivo (TNP)=27 %.

Gómez y Morales (2016) en su investigación intitolado, Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra. La identificación y eliminación de pérdidas en el proceso de construcción de edificaciones en la ciudad de Bogotá es de suma importancia para mejorar la productividad. En este estudio, se utilizó la metodología de muestreo de campo con el respaldo de imágenes digitales para recopilar información. Esta aproximación permitió identificar los principales factores que generan pérdidas, incluyendo esperas por materiales, desplazamientos, retrabajos, condiciones climáticas adversas, entre otros. Además, se llevaron a cabo encuestas dirigidas al personal de obra para entender aspectos relacionados con la percepción y motivación de los trabajadores, así como otros aspectos generales que influyen en la productividad, como salarios, ambiente laboral, estado de ánimo, entre otros.

Estos datos y análisis son esenciales para implementar estrategias eficaces que reduzcan las pérdidas y aumenten la eficiencia en los proyectos de construcción en la ciudad de Bogotá.

Koskela (1992) en su investigación intitolado, *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Presenta los antecedentes y el desarrollo de la nueva filosofía de producción. Se examinan las bases conceptuales de las filosofías de producción tradicionales y nuevas, tal como se aplican en la fabricación. La base conceptual tradicional de la construcción es criticada, y se da una nueva interpretación inicial de la construcción basada en la nueva filosofía. Finalmente se establece los siguientes principios para mejorar la productividad en construcción: Reducir la proporción de actividades que no agregan valor, aumentar el valor de la producción mediante la consideración sistemática de los requisitos del cliente, reducir la variabilidad, Reducir los tiempos de ciclo, simplificar minimizando el número de pasos, piezas y enlaces, aumentar la flexibilidad de salida, aumentar la transparencia del proceso, enfocar el control en el proceso completo, incorporar una mejora continua al proceso, equilibrar la mejora del flujo con la mejora de la conversión, punto de referencia.

Botero y Álvarez (2005) en su investigación intitolado, *Last planner*, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín. La aplicación del sistema Last Planner en proyectos de construcción en Medellín en el año 2003 formó parte de la investigación denominada implementación de un programa de mejoramiento en gestión de la construcción. Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron una tendencia positiva hacia la mejora cada vez que se implementaba el sistema. Esto se reflejó a través del indicador PAC (Porcentaje de Asignaciones Completadas), que evidenció un aumento en la eficiencia y el cumplimiento de tareas a medida que se aplicaba el sistema.

Carvajal et al. (2019) en su investigación intitolado, *relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase*. Los profesionales y académicos que trabajan en el campo de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) han demostrado un creciente interés en la sostenibilidad y su aplicación en proyectos

de construcción. Esto es especialmente evidente en su relación con la construcción lean, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la ejecución de proyectos de construcción. Las prácticas que se alinean con la filosofía lean muestran un potencial significativo para reducir los impactos negativos en términos ambientales, económicos y sociales durante la fase de construcción, al tiempo que contribuyen al aumento de los indicadores de sostenibilidad en el desarrollo de proyectos. En este contexto, se ha desarrollado una matriz que destaca los efectos positivos generados por las prácticas lean en las tres dimensiones fundamentales de la sostenibilidad: ambiental, económica y social. Esta investigación proporciona un marco sólido para comprender cómo la implementación de enfoques lean en la construcción puede contribuir a la construcción más sostenible y eficiente en términos globales.

Gomez y Morales (2016) en su investigación realizada en Bogotá, realizó un estudio para identificar y reducir pérdidas en la construcción, mejorando la productividad. Se empleó muestreo de campo con imágenes digitales para detectar causas de pérdidas, como esperas de material, desplazamientos y condiciones climáticas. También se encuestó al personal sobre motivación, salarios y clima laboral. Posteriormente, se utilizó una simulación digital para proponer y evaluar acciones de mejora basadas en los resultados iniciales.

La metodología conocida como Last Planner System (LPS) constituye un sistema de gestión de producción que destaca la interconexión entre la programación y el control de producción con el objetivo de optimizar el flujo de recursos (Ballard, 2000). El "último planificador" designa a la persona responsable de la planificación operativa, es decir, la configuración del diseño del producto para facilitar el desarrollo fluido de las tareas y el control eficiente de la unidad de producción, asegurando así la conclusión efectiva de las asignaciones individuales a nivel operativo (Ballard, 2000).

Almendáriz (2022) en su investigación manifiesta, que, a lo largo de la historia de la construcción, las metodologías han presentado limitaciones para calcular con precisión las ganancias o pérdidas económicas en cada fase del proyecto. Los problemas que surgen suelen corregirse sobre la marcha mediante compensaciones, sin un control previo desde la planificación. Este estudio

propone detallar parámetros de control sobre los costos de mano de obra y los porcentajes de fuga económica asociados a los cálculos de duración de actividades. A través de un ajuste matemático, se obtendrán valores redondos para las duraciones, lo que permitirá recalcular rendimientos y detectar la fuga económica, generando así un parámetro de control para futuras obras.

Es evidente que la implementación del sistema LPS conlleva a la disminución de la variabilidad, la salvaguardia del trabajo ejecutable, la optimización de los flujos de trabajo, la mejora en la detección de pérdidas, el fomento de la mejora continua, la promoción del trabajo colaborativo, así como la integración eficaz de las cadenas de producción y aprovisionamiento (Dave et al., 2015). Además, se ha comprobado que el uso de indicadores derivados del LPS resulta eficaz para anticipar el rendimiento de proyectos (Alarcón et al., 2014).

Porras et al. (2014) en su investigación manifiesta, que, la construcción, fundamental para la economía, ha adoptado Lean Construction (LC), propuesto por Lauri Koskela en 1992, para optimizar flujos y reducir pérdidas. LC mejora la planificación de proyectos, proponiendo herramientas como Last Planner para minimizar retrasos en la obra. Al combinarse con el modelo Integrated Project Delivery (IPD), se fomenta la colaboración entre arquitectos, constructores y clientes. Además, el uso de BIM apoya la implementación de LC, mejorando la comprensión de los procesos constructivos y reduciendo tiempos de ejecución.

1.2.2 Nacionales

Román (2015) en su investigación intitulado, Aplicación de las metodologías de construcción sin pérdidas e innovación tecnológica para la mejora de la productividad en procesos de pavimentación. El mejoramiento de la productividad en el sector de la construcción es de gran importancia, ya que conduce a una gestión más eficiente de los recursos disponibles en un país. Esto, a su vez, tiene repercusiones positivas, como el aumento en el número de proyectos de construcción y el incremento de los salarios, lo que se traduce en una mejora en los estándares de vida de la población. Sin embargo, resulta preocupante que, según diversos estudios, los niveles de productividad en la construcción no solo no han mejorado, sino que han mostrado una tendencia a disminuir en los

últimos años. Ante esta situación, una alternativa viable es aprender de las estrategias que han permitido a otras industrias, como la manufacturera, aumentar su productividad.

Oroz (2015) en su investigación intitolado, Aplicación de herramienta de planeamiento Look Ahead en construcción de proyecto inmobiliario multifamiliar de 10 pisos. La necesidad de cumplir rigurosamente con los plazos acordados para la entrega de proyectos terminados y validados a los clientes es fundamental en proyectos inmobiliarios. Este cumplimiento es crucial tanto por razones de reputación y cumplimiento contractual como para evitar sobrecostos innecesarios. Por lo tanto, resulta esencial recurrir a diversas herramientas de gestión de proyectos que puedan utilizarse como instrumentos de planificación y programación. Estas herramientas son fundamentales para lograr un control efectivo de los proyectos y, de este modo, asegurar el cumplimiento de los plazos de ejecución en todas las etapas que los componen.

Asto et al. (2017) en su investigación intitolado, Análisis de procesos que impactan en la productividad de una obra aplicando Lean Construction. Caso de estudio: Proyecto Multifamiliar Buganvillas Tercera Etapa – Comas para la etapa de estructuras y arquitectura. En la actualidad, las empresas que operan en un entorno donde prevalece la cultura de la autoconstrucción han identificado una serie de desafíos tanto internos como externos que afectan negativamente la productividad en la construcción. Entre los factores internos se incluyen demoras e incumplimientos por parte de los proveedores, una alta rotación de personal, bajos rendimientos de la mano de obra no calificada, falta de canales de comunicación efectivos y altos niveles de desperdicio. Además, factores externos como cambios climáticos adversos y una alta competencia con velocidades de producción elevadas también contribuyen a estos desafíos. Además, los factores humanos, como la presión y la carga de trabajo, dificultan la planificación adecuada. Como respuesta a estas dificultades, las empresas han recurrido a diversas filosofías y herramientas para mejorar su productividad en la construcción. Algunas de las filosofías y herramientas mencionadas incluyen "Lean Construction", así como herramientas de medición de pérdidas y planificación como "Last Planner" y "Look Ahead". Estas estrategias y enfoques se implementan de acuerdo a las necesidades específicas de cada empresa para

medir, controlar y mejorar los procesos constructivos y, en última instancia, aumentar la eficiencia en la ejecución de obras.

Mengo et al. (2018) en su investigación intitolado, Análisis de la productividad de los procesos constructivos aplicando filosofía lean construction para obras civiles de gran minería: Caso de estudio: HV Contratistas-Truck Shop SMCV. El objetivo de esta investigación fue aplicar herramientas lean durante la construcción del taller de volquetes mineros y la bahía de llantas, con el propósito de gestionar el proyecto en términos de alcance, calidad, seguridad, costo y tiempo. El estudio incluyó mediciones en campo para evaluar, diagnosticar y aplicar herramientas efectivas que mejoraran la productividad y garantizaran el cumplimiento de los requisitos del proyecto. El objetivo final era generar ganancias y entregar el proyecto dentro del plazo establecido. Los resultados de esta investigación revelaron que la gestión del proyecto mediante la implementación adecuada de las herramientas Lean Construction proporciona beneficios significativos, incluyendo el cumplimiento del alcance, el cronograma y la calidad, además de generar mayores utilidades en comparación con las proyecciones iniciales del proyecto; llegando a la conclusión de tiempos productivos en obras civiles de gran minería. Caso de Estudio: HV Contratistas - Truck Shop Smcv - Perú, Tiempo productivo (TP)=19 %, Tiempo contributivo (TC)=66 % y Tiempo no productivo (TNP)=15 %.

Benites y Mendoza (2023) en su investigación manifiesta, que, en el proyecto de investigación evaluó la relación entre el índice de producción de la mano de obra (MO) y la metodología Lean Construction (LC) en el proyecto multifamiliar Luciana – 2021, enfocado en las partidas de concreto, encofrado y tarrajeo. La muestra consistió en la recolección de datos mediante un muestreo por conveniencia, analizando el cumplimiento de estas actividades. La metodología fue cuantitativa y de diseño no experimental. Los resultados revelaron falta de interpretación y desconocimiento de LC, lo que afectó la optimización de recursos y el rendimiento de la MO. Además, se identificó que el bajo rendimiento estaba relacionado con personal poco calificado y escaso conocimiento de LC.

Buleje (2012) en su investigación manifiesta, que, se centró en la aplicación de conceptos de Lean Construction en la construcción del condominio Villa Santa Clara, ejecutado por la empresa Besco Edificaciones. En la tesis se abordan definiciones teóricas de Lean Construction y su aplicación práctica, utilizando herramientas del International Group of Lean Construction (IGLC) y mediciones de rendimiento mediante el Informe Semanal de Producción (ISP), lo que evidenció la especialización de la mano de obra. Además, se realizó un estudio de productividad en una empresa utilizando cartas balance para proponer mejoras. El enfoque principal fue la etapa de construcción, donde se manejan mayores recursos.

De la Vega et al. (2018) destaca en su estudio, que, busca mejorar la productividad en la construcción de Instituciones Educativas públicas en Cusco mediante la implementación de Lean Construction y herramientas complementarias. Se inicia con un marco teórico sobre productividad, seguido de un diagnóstico de las características y problemas en estos proyectos. Finalmente, se implementa Lean Construction en un proyecto piloto, generando conclusiones y recomendaciones para optimizar los procesos constructivos.

Delgado y Julca (2020) destaca en su estudio, que, analiza los problemas frecuentes en el sector construcción en Perú, como el incumplimiento de plazos y sobrecostos, causados por una mala planificación y gestión de proyectos. Su objetivo es proponer directrices para implementar una metodología flexible que optimice el rendimiento de la mano de obra en actividades previas al vaciado de concreto. Esto se logrará aplicando técnicas de gestión basadas en la filosofía Lean Construction, mejorando así la productividad frente a los métodos convencionales.

Ccorahua (2016) destaca en su estudio, que, evaluó el rendimiento y productividad en la construcción de un condominio, comparando los resultados con el Expediente Técnico, CAPECO, Ghio Castillo y Morales-Galeas, aplicando conceptos de Lean Construction. Se midieron rendimientos y tiempos productivos en campo, lo que permitió analizar la eficiencia de la mano de obra. Los resultados demostraron que la productividad es parcialmente óptima, aportando datos



valiosos para mejorar la formulación de análisis de precios unitarios y presupuestos en obras de construcción en Cusco.

1.2.3 Locales

Madariaga y Ccapa (2019) manifiestan en su estudio, que, la ejecución de proyectos de concreto armado utilizando BIM y Lean Construction en dos proyectos realizados en la Universidad Nacional del Altiplano. Con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, se detectaron 2 y 4 incompatibilidades y 9 y 18 interferencias en los planos de los Proyectos 1 y 2, respectivamente. El uso de BIM resultó en una variación mínima del presupuesto, mientras que la aplicación de Lean Construction mostró un 35% y 30% de Trabajo Productivo y un 58% de Plan Cumplido. La conclusión es que BIM ofrece presupuestos y planos más precisos, y la productividad de los proyectos es comparable a la media nacional.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

El enfoque convencional utilizado en la ejecución de proyectos de construcción en la región de Puno no incluye una medición precisa de la productividad basada en la mano de obra. Esto dificulta la capacidad de determinar con precisión cuánto dinero se está perdiendo debido a los tiempos muertos y no controlados en cada fase de la construcción.

Actualmente, diversos factores como el aumento en los costos unitarios de mano de obra, los beneficios otorgados por el sindicato de construcción civil y el incremento de precios de materiales comúnmente empleados están teniendo un impacto significativo en los proyectos de construcción. Esto, a su vez, obliga a un aumento en los costos generales de los proyectos, a pesar de que el mercado está ejerciendo presión para mantener la estabilidad económica.

- La falta de aplicación de herramientas como el "Last Planner" y la planificación "Look Ahead" en los proyectos realizados en la región de Puno impide mejorar la productividad en el terreno, lo que tiene un impacto directo en los aspectos económicos.
- Los métodos tradicionales de ejecución de proyectos de construcción no aportan valor añadido a la industria de la construcción, lo que resulta en un encarecimiento de las obras y una falta de eficiencia en su ejecución.

La necesidad de cuantificar pérdidas de productividad que se dan en las obras basados en rendimientos de mano de obra en la construcción hace necesario realizar análisis y estudios en varios países del mundo con el objetivo de mejorar y optimizar sus procesos productivos en aras de mejorar el gasto económico y generar mayores ganancias económicas en las obras teniendo los siguientes resultados: De acuerdo a Botero y Álvarez (2003), El estudio de pérdidas en Chile es, Tiempo productivo (TP)=47 %, Tiempo contributivo (TC)=28 % y Tiempo no productivo (TNP)=25 %; Estudio de pérdidas en Medellín - Colombia, Tiempo productivo (TP)=37 %, Tiempo contributivo (TC)=36 % y Tiempo no productivo (TNP)=27 %; de la misma forma Mengoa, Naiza y

Rivera (2018), Obras civiles de gran minería. Caso de Estudio: HV Contratistas - Truck Shop Smcv - Perú, Tiempo productivo (TP)=19 %, Tiempo contributivo (TC)=66 % y Tiempo no productivo (TNP)=15 %; de igual forma De La Vega, Palomino, Gutiérrez y Salcedo (2018), Obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas Caso de estudio: I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos del distrito de Urcos, Provincia de Quispicanchis, Cusco - Perú, Tiempo productivo (TP)=35 %, Tiempo contributivo (TC)=41 % y Tiempo no productivo (TNP)=24 %.

Por otro lado, la problemática actual, con la creciente competencia entre las empresas constructoras en la obtención de contratos de obras, surge una imperante necesidad de optimizar los procesos de producción para lograr rentabilidad, aumentar la productividad y mantener la sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo. Por su parte, las entidades contratantes, tanto públicas como privadas, están ajustando sus costos de proyectos para obtener mayores beneficios a través del ahorro de costos, lo que les permite atraer a un mayor número de contratistas interesados en sus proyectos y contar con algunos como respaldo para posibles contingencias durante la ejecución de las obras.

Un problema fundamental en los proyectos de construcción en la actualidad es la baja productividad, que se debe en gran parte a la falta de conocimiento y aplicación de metodologías y herramientas de gestión de producción. Muchas empresas constructoras todavía siguen trabajando de manera tradicional, lo que resulta en plazos y costos poco fiables en los proyectos. Según la investigación del Dr. Virgilio Ghio, la productividad promedio en las grandes constructoras peruanas de Lima es del 28%, una cifra baja en comparación con otros países latinoamericanos. Por ello, surge la necesidad de cuantificar y mejorar la productividad en la región de Puno, ya que se reconoce que un mayor nivel de productividad conlleva a mayores beneficios económicos en la industria de la construcción.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

- ¿Cuál es la productividad en la construcción aplicando lean construction basado en rendimientos de mano de obra – Puno – 2022-2023?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction?
- ¿En qué medida aplicando las herramientas como Last Planner y Look Ahead se logra reducir los tiempos no productivos en la construcción?
- ¿En qué medida se mejora los tiempos productivos aplicando ciclo de Deming en la construcción?

2.3 Justificación

La importancia de implementar una metodología que permita el control y la reducción de pérdidas relacionadas con la eficiencia de la mano de obra, mediante la aplicación de los principios de la Filosofía Lean Construction, resulta innegablemente beneficiosa para las empresas responsables de proyectos. Esta herramienta conlleva beneficios económicos que se reflejan directamente en sus ganancias (Alvarez, 2017). En otro contexto, tanto en la construcción de proyectos como en otras obras civiles, se generan considerables desperdicios, no solo de materiales sino también de tiempo, lo que se traduce en sobre costos, bajos niveles de productividad, retrasos en la programación de obras y una disminución de los márgenes de beneficio (Arevalo, 2018).

Como respuesta a la búsqueda constante de mejora en los procesos relacionados con la industria de la construcción y el desarrollo de proyectos a nivel global, surge la filosofía Lean Construction. Sus métodos aplicados en el sector de la construcción buscan optimizar los recursos, reducir costos y acelerar tiempos de ejecución, basándose en los principios de la teoría de producción lean (Botero y Álvarez, 2003). Además, las empresas pequeñas y medianas que se han formado en respuesta a las políticas para reducir el déficit en construcción enfrentan el desafío de la falta de planificación para cumplir exitosamente con los plazos en las diversas etapas de ejecución de obras (Oroz, 2015).

La necesidad de cuantificar las pérdidas en los proyectos de construcción en la región de Puno es esencial para proponer estrategias de mejora continua. En la actualidad, la industria de la construcción demanda mayor competitividad, lo que implica mejorar la eficiencia en los tiempos de trabajo, los costos de producción y los plazos de ejecución. La Filosofía Lean Construction nos capacita para identificar, controlar y mejorar la

productividad en proyectos de construcción. Además, la aplicación de herramientas como Last Planner y Look Ahead nos proporciona un mejor control y seguimiento en la ejecución de las actividades de cada proyecto.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Analizar la productividad en la construcción aplicando lean construction basado en rendimientos de mano de obra – Puno – 2022-2023.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction.
- Aplicar herramientas como Last Planner y Look Ahead para reducir los tiempos no productivos en la construcción.
- Aplicar ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos en la construcción.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La aplicación de Lean Construction, basada en rendimientos de mano de obra, mejora considerablemente la productividad en la construcción en Puno durante el periodo 2022-2023.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La gestión de los tiempos productivos aplicando Lean Construction aumenta la productividad en los proyectos de construcción.
- La utilización de herramientas como Last Planner y Look Ahead reduce sustancialmente los tiempos no productivos en la construcción, contribuyendo a una mayor productividad en los proyectos.
- La aplicación del ciclo de Deming en la construcción mejora los tiempos productivos, optimizando el rendimiento de la mano de obra.

Tabla 4

Operacionalización de variables

VARIABLE	INDICADOR	MEDICIÓN	VALORACIÓN O RANGO DE VARIABILIDAD
Variable Independiente			
(VI)			
TP: Tiempo productivo	Concreto Acero Encofrado	%	20 a 60
TC: Tiempo contributivo	Concreto Acero Encofrado	%	25 a 45
TNP: Tiempo no productivo	Concreto Acero Encofrado	%	15 a 30
Variable Dependiente (VD)			
P: Productividad	Reporte de IP (indicador de productividad)	-	-

Nota. La unidad de medición se efectuará en % debido a que esto nos permite hacer una comparación con otros trabajos de investigación, asimismo nos permite evaluar el cumplimiento del plan propuesto versus la ejecución real en campo.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

- Región : Puno
- Provincia : Chucuito

Figura 7

Ubicación de la Región de Puno



3.2 Población

Se tomó todas las obras de construcción de edificaciones por administración directa de la provincia de Chucuito, departamento de Puno, los cuales se ejecutaron en el periodo de 2022 a 2023.

Nota. En la región de Puno no se tiene datos de productividad basados en la mano de obra en la construcción

3.3 Muestra

La muestra objeto de estudio son 2 Obras de construcción de edificaciones por administración directa, por la magnitud y complejidad de las mismas, los cuales se ejecutaron en el periodo de 2022 a 2023, en donde se realizó un estudio de caso tomando en consideración las 2 obras de construcción. Asimismo, se trabajó con las 3 partidas más

incidentes de cada obra, llegando a tomar 400 mediciones (Recomendación establecida por Lean construction para análisis y estudio de caso en obras de construcción y mejora de productividad) de tiempos (TP: Tiempo productivo, TC: Tiempo contributorio, TNP: Tiempo no productivo), en cada partida incidente, lo cual hace un total de 1200 mediciones por cada obra, llegando a un total de 2400 mediciones como objeto de estudio para la presente tesis.

3.4 Método de investigación

3.4.1 Diseño de la investigación

A. Tipo de investigación

Teniendo en cuenta la clasificación de Dankhe (1986) la presente investigación pertenecería a los estudios de carácter Aplicativo y Explicativo; y nivel de investigación aplicada porque busca conocer, actuar y mejorar la productividad en las obras de construcción.

En el caso del diseño explicativo, como modelo de dos etapas, define una primera fase que es cuantitativa, seguida de una fase cualitativa, lo cual permite la interpretación de datos. En otras palabras, el propósito de este diseño es que los datos cualitativos ayuden a explicar o construir sobre los resultados de la fase cuantitativa (Creswell y Plano, 2007).

Figura 8

Diseño Explicativo adaptado de Creswell y Plano (2007)



Nota. Diseño Explicativo. Creswell y Plano, 2007.

B. Diseño de Investigación

La presente tesis está enmarcada dentro de los Diseños No Experimentales, y modalidad de investigación: investigación ex posfacto; porque trata de determinar las relaciones entre variables tal como se manifiestan, sin la manipulación de las mismas.

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A. Técnicas

- Análisis Documental
- Observación
- Fichas
- Juicio de expertos
- Cartas Balance

B. Instrumentos

- Cartas Balance
- Guía de Observación
- Normas (RNE) y Capeco
- Software Aplicativo
- Bibliografía referente a Lean Construction.

3.5.2 Aplicación de pruebas estadísticas

A. Análisis cuantitativo

Los métodos a usarse para el análisis estadístico en esta investigación, son los siguientes:

B. Estadística descriptiva

Datos provenientes de las Carta de balance del rendimiento de la mano de obra expresado en horas.

Matriz de puntuaciones de las dimensiones de las variables Enfoque Lean Construction.

Construcción de tablas de frecuencias y elaboración de figuras estadísticas (Alvarez, 2017).

C. Estadística inferencial

Para el procesamiento y obtención de los resultados de la carta de balance se usará Microsoft Excel.

Para el procesamiento y obtención de los resultados de los estadísticos descriptivos y la contrastación de las hipótesis, se utilizará el software de estadística (SPSS V25) (Alvarez, 2017).

D. Análisis Estadístico

Prueba de Kolmogorov - Smirnov con un nivel de significancia al 5%, para una muestra que comparara la función acumulada observada de las variables (Alvarez, 2017; Arevalo, 2018).

$$D = \text{máx}|F_n(x) - F_o(x)|$$

Siendo $F_n(x)$ la función de distribución muestral y $F_o(x)$ la función teórica o correspondiente a la población normal.

La aplicación de la prueba de Kolmogórov-Smirnov en este contexto nos permite determinar si los datos de los tiempos productivos en la construcción siguen una distribución particular (por ejemplo, una distribución normal) o si difieren significativamente de esa distribución. Esto puede ser útil para comprender la variabilidad en los tiempos productivos y para tomar decisiones basadas en datos sólidos en proyectos de construcción.

Asimismo, la prueba de Kolmogorov-Smirnov nos permite aplicar sobre una muestra para comprobar si una variable (TP, TC y TNP) se distribuyen normalmente.

- TP: Tiempo productivo
- TC: Tiempo Contributorio



- TNP: Tiempo No Productivo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction.

Obra: “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia Chucuito – departamento de Puno”

Tabla 5

Flujo de proceso

FLUJO	CÓDIGO DE FLUJO	TIEMPO
Armadura de acero	AA	
Encofrado y desencofrado	ED	TP
Vaciado de concreto	VC	
Transporte	T	
Apoyo	A	
Información	I	TC
Mediciones	M	
Limpieza	L	
Otros contributorios	OC	
Viajes	V	
Esperas	E	
Tiempo ocioso	O	TNC
Trabajo rehecho	R	
Otros no contributorios	ONC	

Nivel general de actividad: Columnas de concreto armado

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Acero	A
Encofrado	E
Concreto	C

Figura 9

Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo

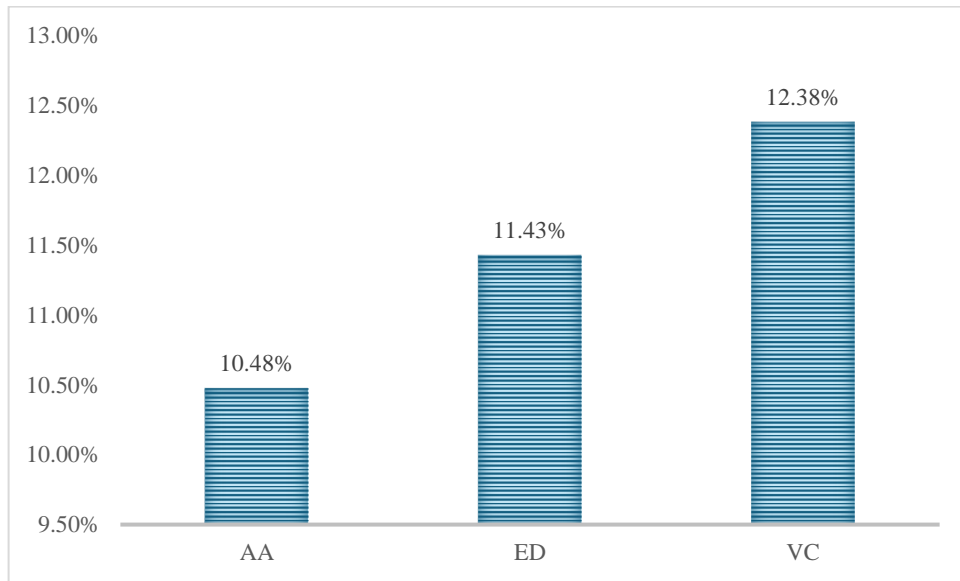


Figura 10

Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo

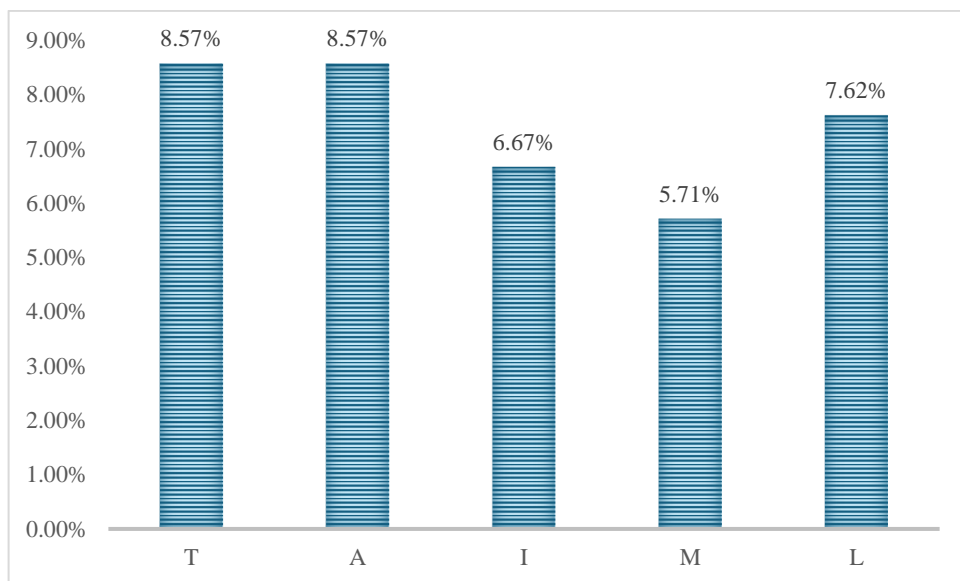


Figura 11

Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo

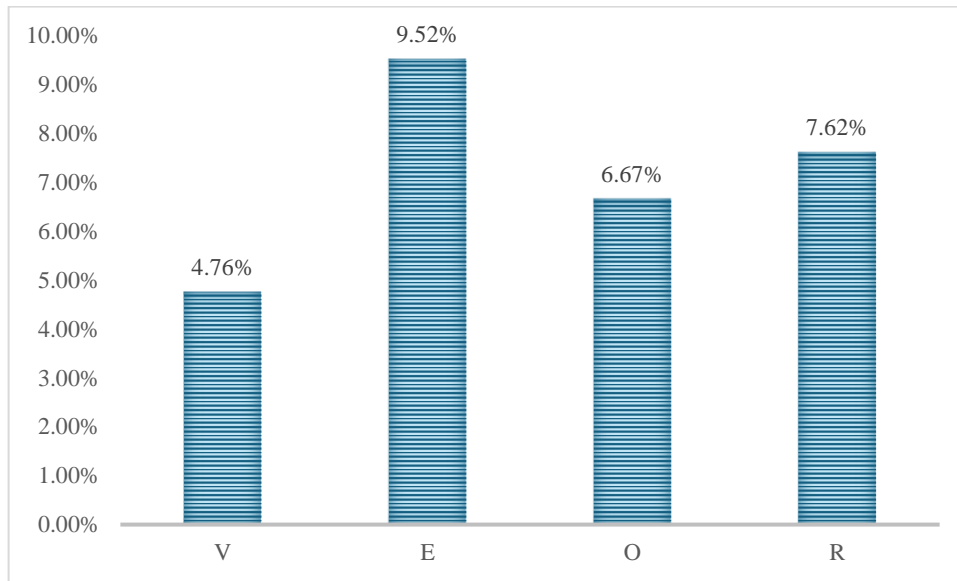
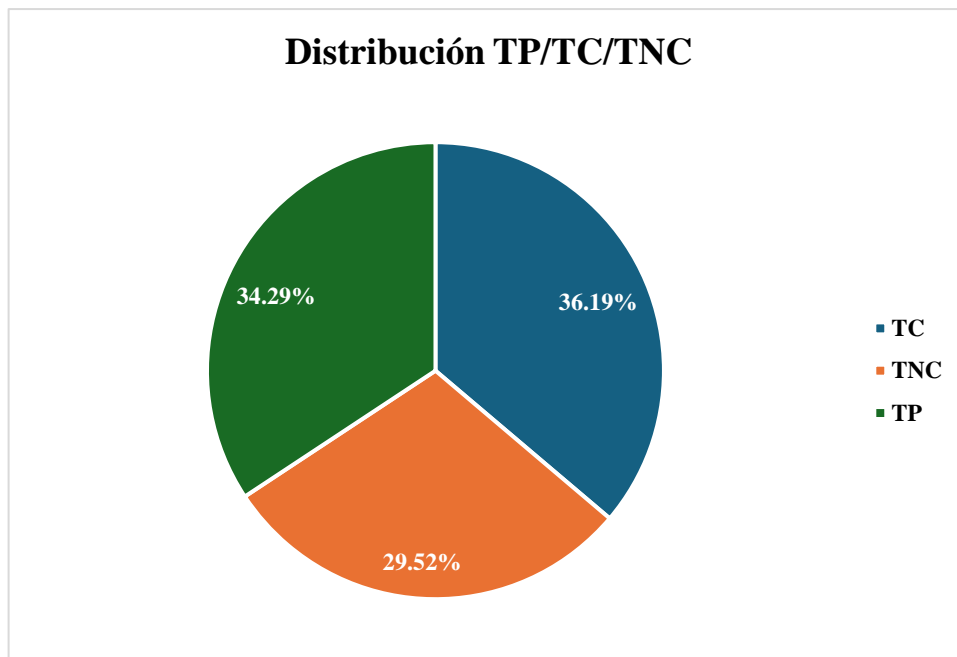


Figura 12

Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)



Análisis de resultados: Con la información obtenida en campo, se determinó los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, en la obra “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de

Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia Chucuito – departamento de Puno”, tomando como objeto de estudio la partida columnas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción. Analizando la tabla 5, figura 9, figura 10, figura 11 y figura 12, de 500 mediciones efectuadas en obra en la partida columnas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 34.29 % Tiempo Productivo (TP), 36.19 % Tiempo Contributivo (TC) y 29.52 % Tiempo No Productivo (TNC).

Nivel general de actividad: Vigas de concreto armado

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Acero	A
Encofrado	E
Concreto	C

Figura 13

Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo

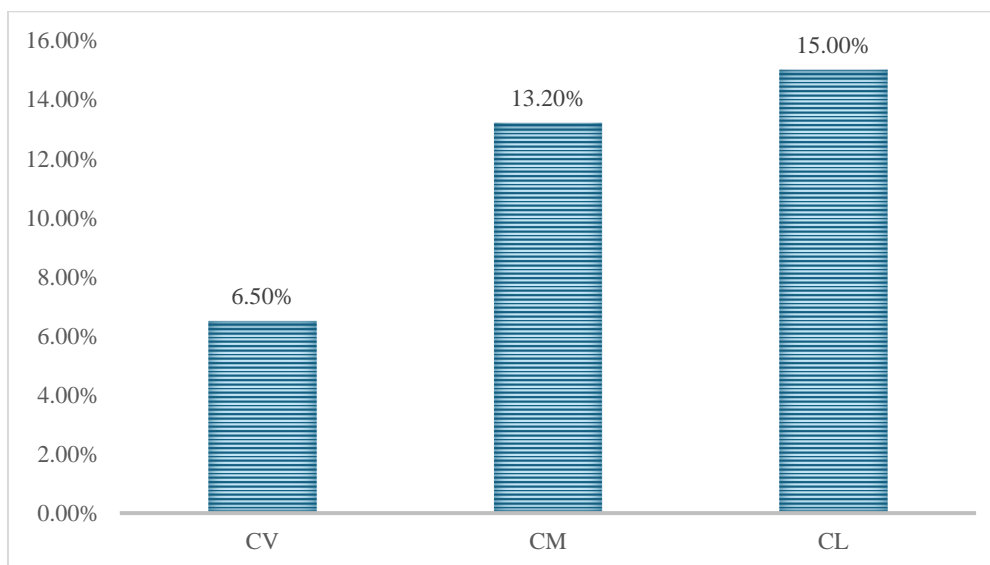


Figura 14

Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo

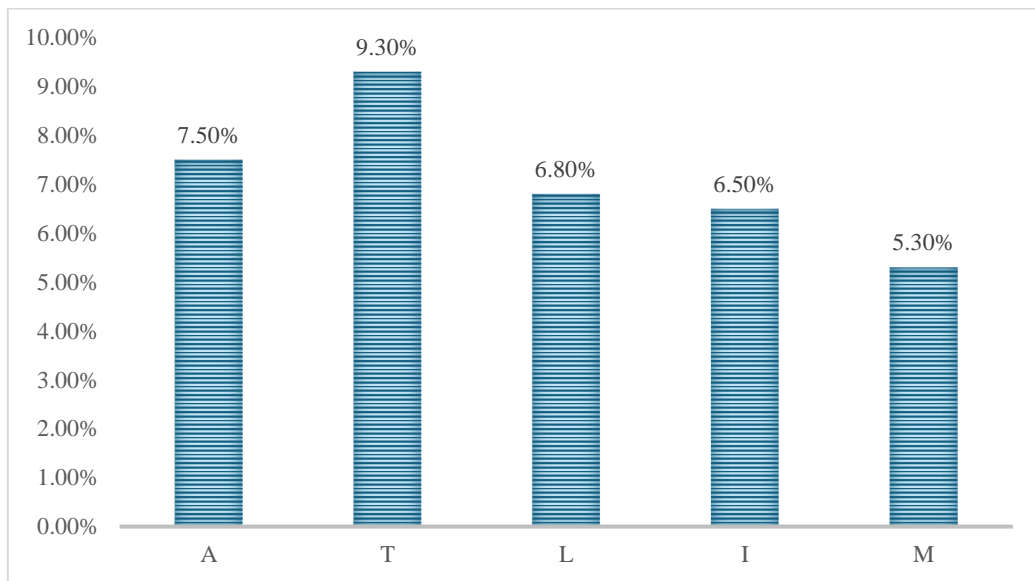


Figura 15

Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo

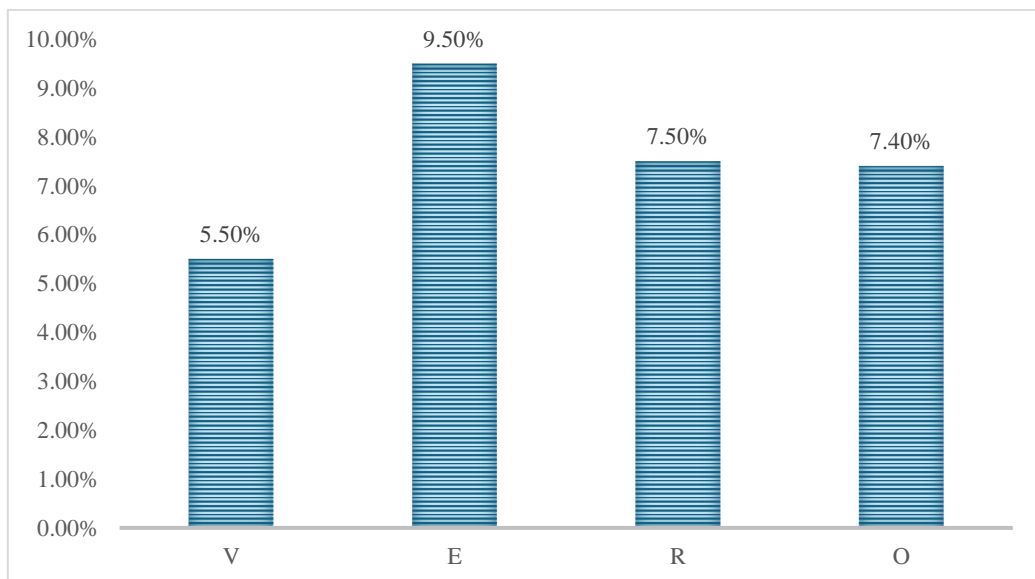
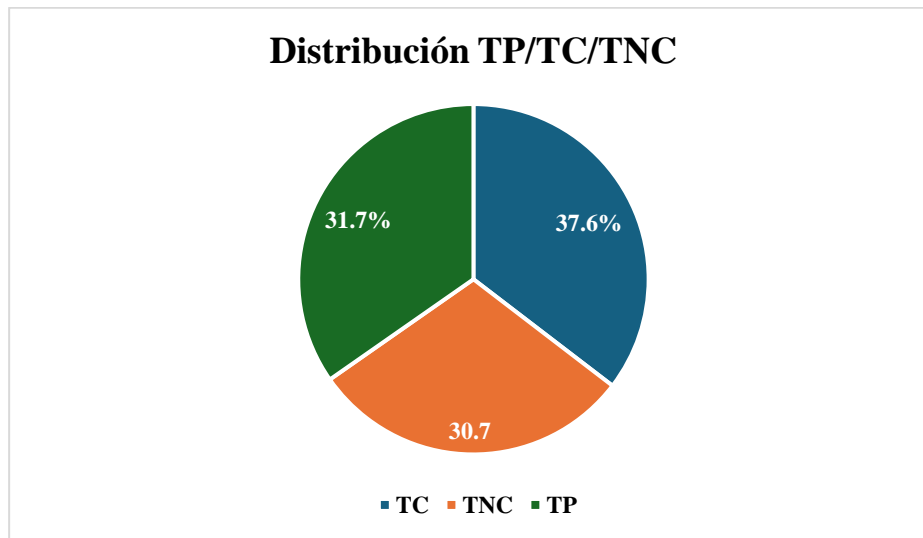


Figura 16

Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)



Análisis de resultados: Con la información obtenida en campo, se determinó los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, en la obra “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia Chucuito – departamento de Puno”, tomando como objeto de estudio a la partida vigas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción. Analizando la tabla 5, figura 13, figura 14, figura 15 y figura 16, de 500 mediciones efectuadas en obra en la partida vigas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 31.70 % Tiempo Productivo (TP), 37.60 % Tiempo Contributivo (TC) y 30.70 % Tiempo No Productivo (TNC).

Nivel general de actividad: Muros y tabiques de albañilería

Tabla 6

Flujo de proceso

FLUJO	CÓDIGO DE FLUJO	TIEMPO
Control y verificación	CV	
Colocación del mortero	CM	TP
Colocación de ladrillos	CL	

FLUJO	CÓDIGO DE FLUJO	TIEMPO
Transporte	T	
Apoyo	A	
Información	I	TC
Mediciones	M	
Limpieza	L	
Otros contributivos	OC	
Viajes	V	
Esperas	E	
Tiempo ocioso	O	TNC
Trabajo rehecho	R	
Otros no contributivos	ONC	

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Control y verificación	V
Colocación del mortero	M
Colocación de ladrillos	L

Figura 17

Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo

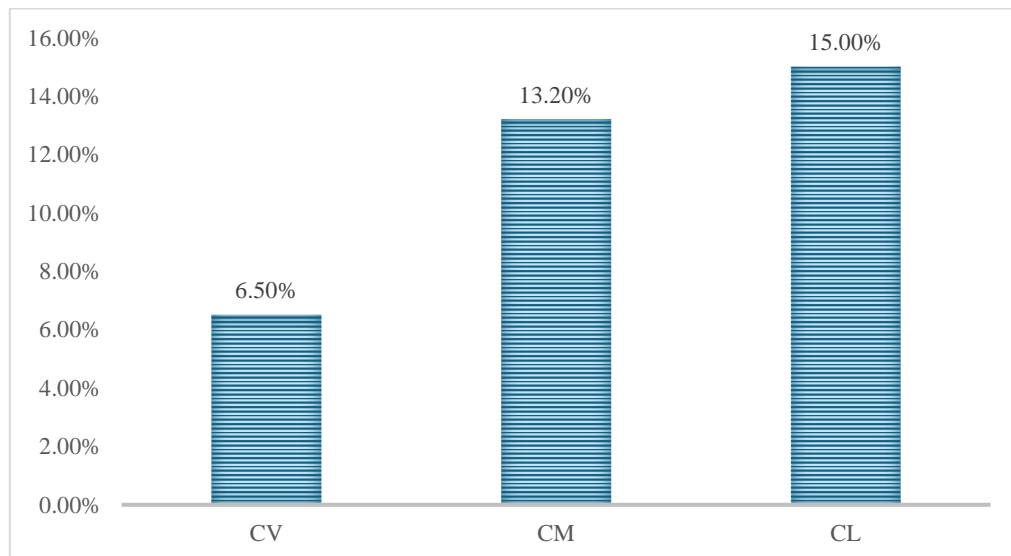


Figura 18

Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo

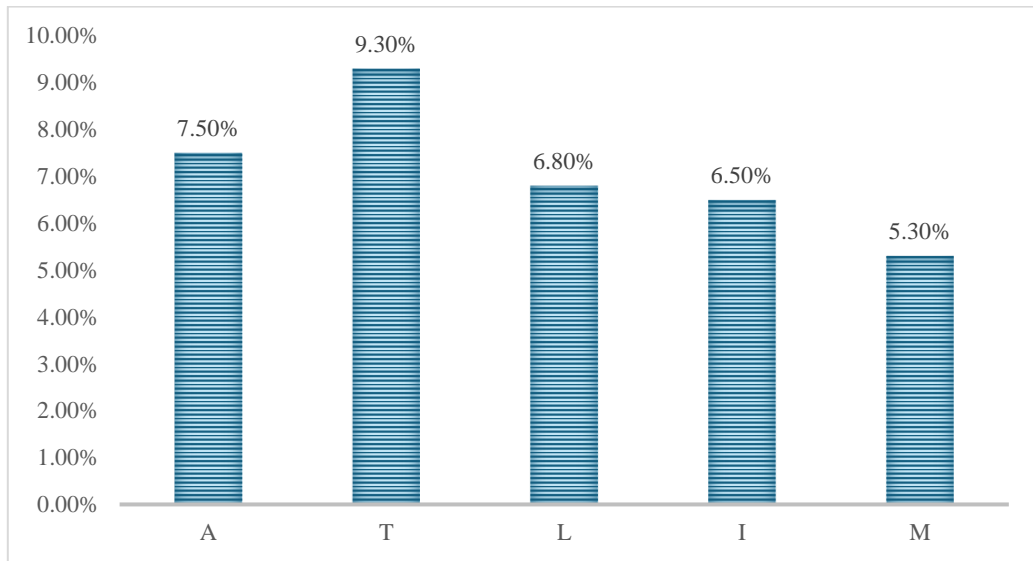


Figura 19

Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo

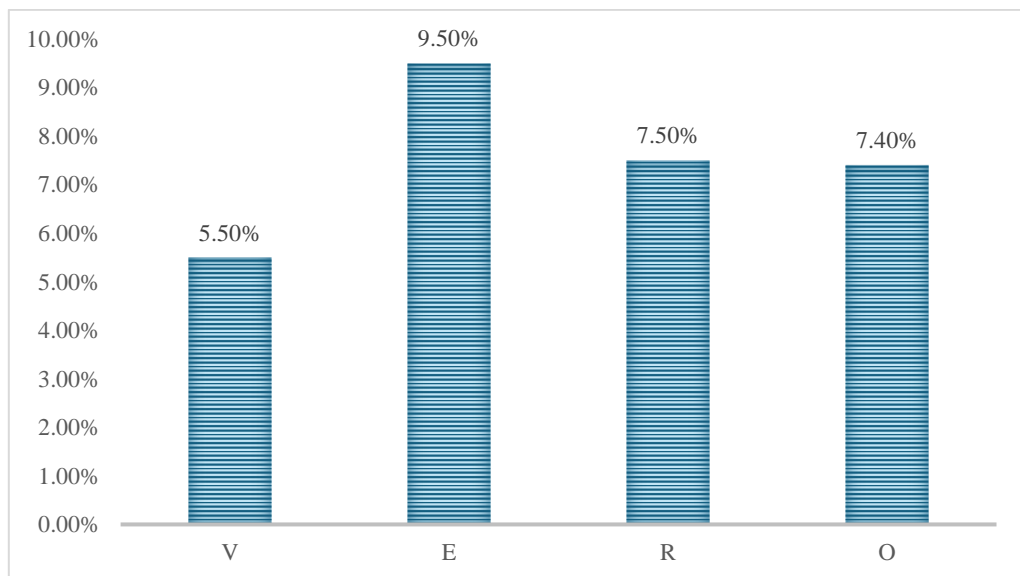
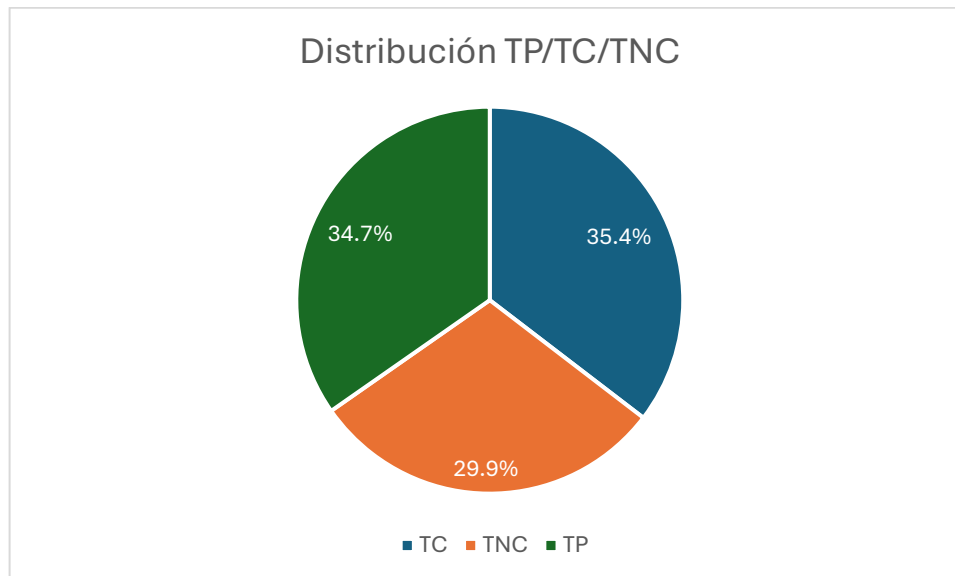


Figura 20

Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)



Análisis de resultados: Con la información obtenida en campo, se determinó los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, en la obra “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia Chucuito – departamento de Puno”, tomando como objeto de estudio la partida muros y tabiques de albañilería, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción. Analizando la tabla 6, figura 17, figura 18, figura 19 y figura 20, de 500 mediciones efectuadas en obra en la partida muros y tabiques de albañilería, se obtuvieron los siguientes resultados, 34.70 % Tiempo Productivo (TP), 35.40 % Tiempo Contributivo (TC) y 29.90 % Tiempo No Productivo (TNC).

Obra: “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno” (II etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina)

Nivel general de actividad: Columnas de concreto armado

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Acero	A
Encofrado	E
Concreto	C

Figura 21

Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo

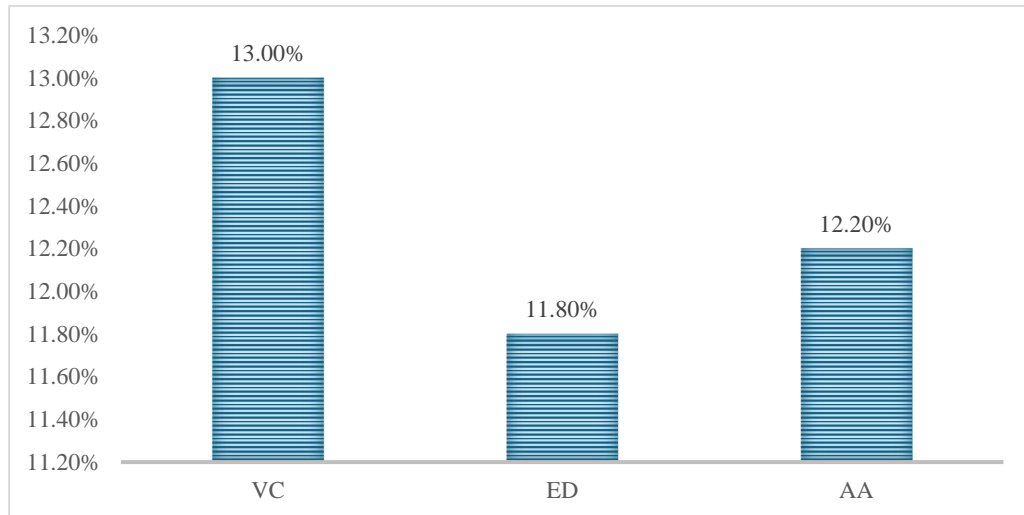


Figura 22

Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo

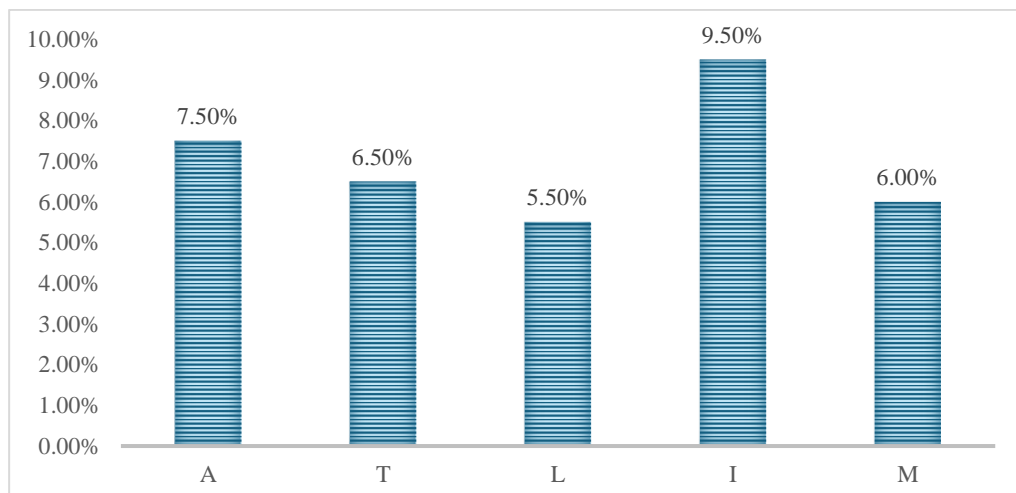


Figura 23

Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo

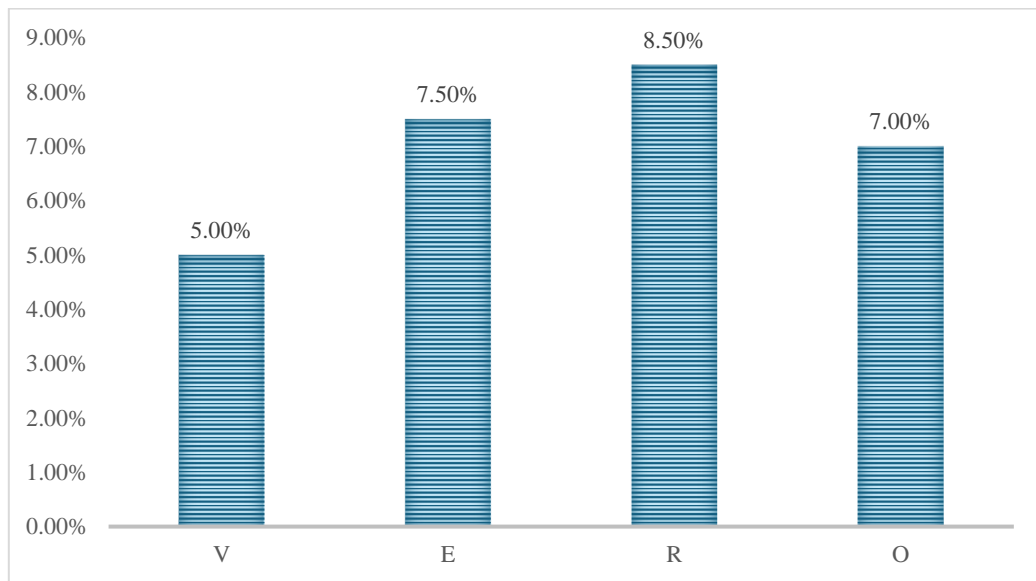
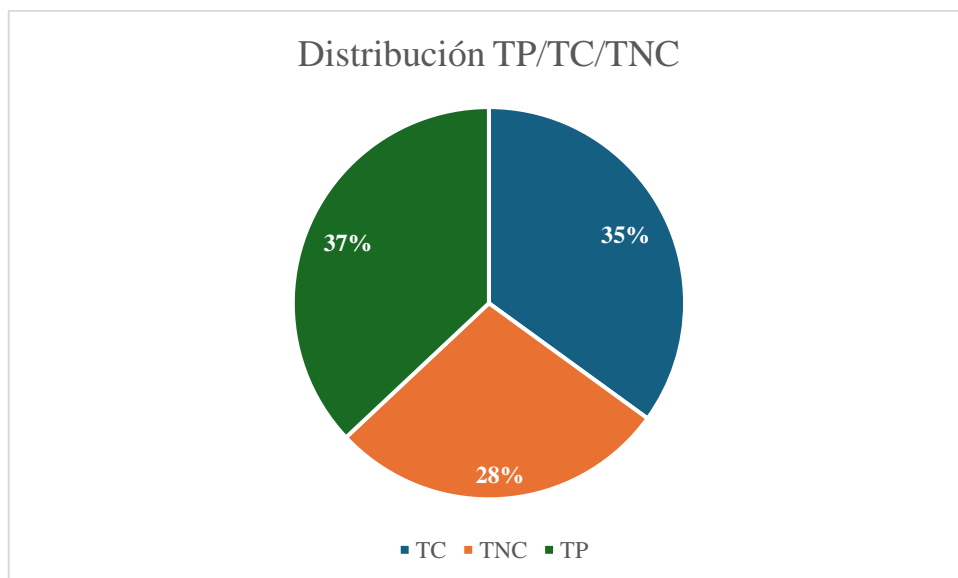


Figura 24

Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)



Análisis de resultados: Con la información obtenida en campo, se determinó los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, en la obra “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli,

provincia de Chucuito – Puno” (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina), tomando como objeto de estudio a la partida columnas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción. Analizando la figura 21, figura 22, figura 23 y figura 24, de 500 mediciones efectuadas en obra en la partida columnas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 37.00 % Tiempo Productivo (TP), 35.00 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.00 % Tiempo No Productivo (TNC).

Nivel general de actividad: Vigas de concreto armado

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Acero	A
Encofrado	E
Concreto	C

Figura 25

Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo

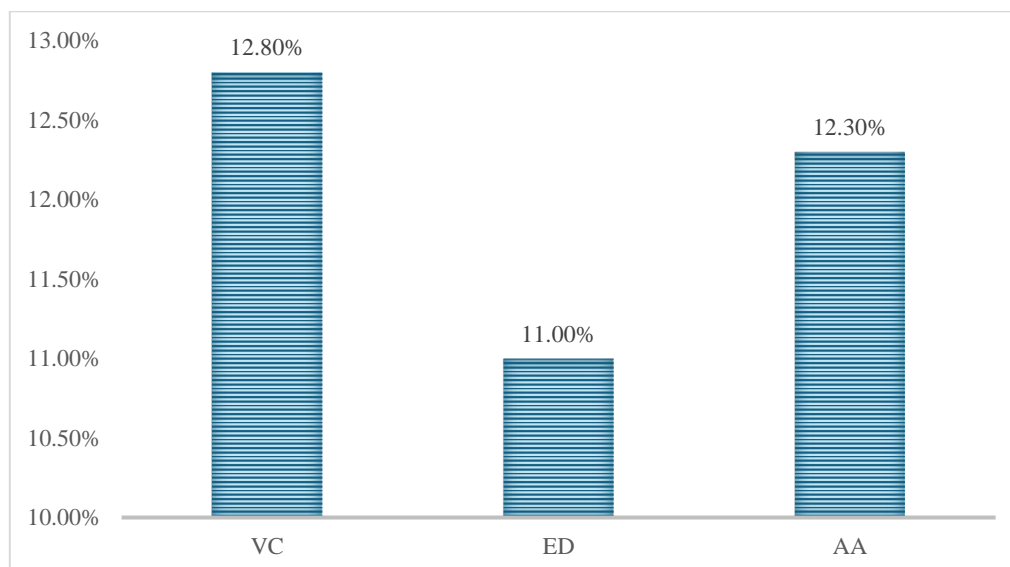


Figura 26

Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo

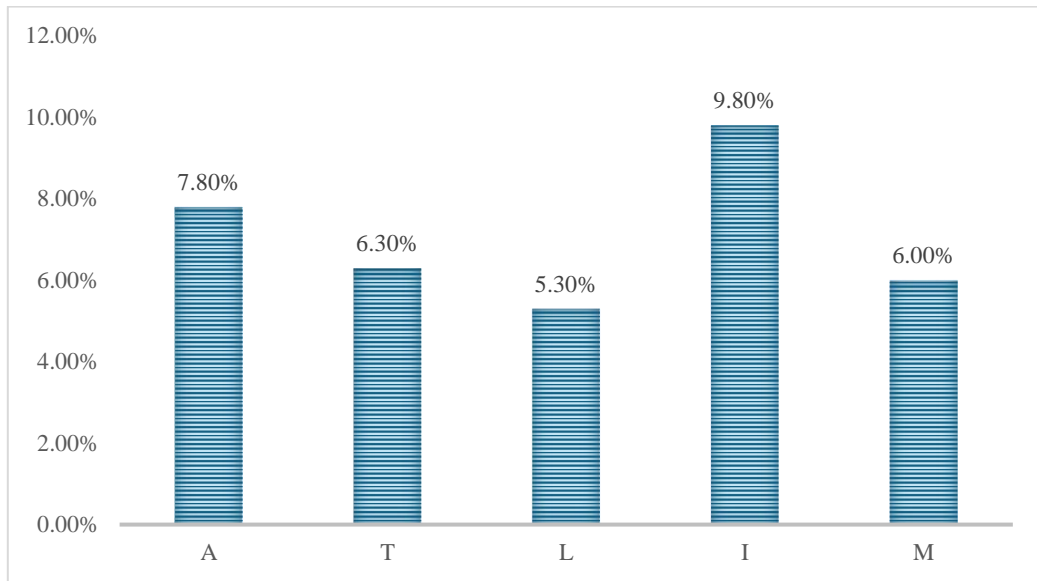


Figura 27

Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo

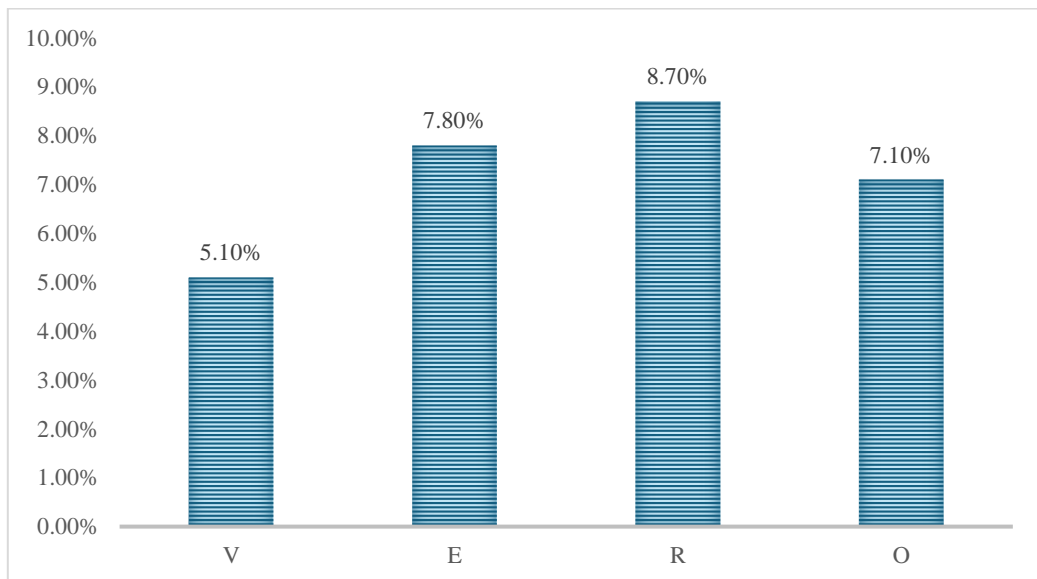
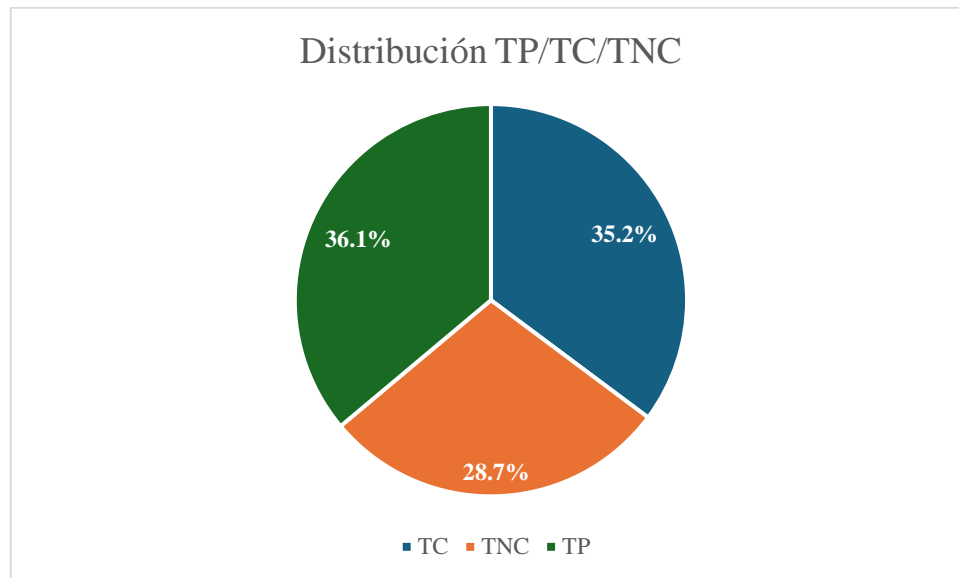


Figura 28

Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)



Análisis de resultados: Con la información obtenida en campo, se determinó los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, en la obra “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno” (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina), tomando como objeto de estudio a la partida vigas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción. Analizando la figura 25, figura 26, figura 27 y figura 28, de 500 mediciones efectuadas en obra en la partida vigas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 36.10 % Tiempo Productivo (TP), 35.20 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.70 % Tiempo No Productivo (TNC).

Nivel general de actividad: Muros y tabiques de albañilería

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Control y verificación	V
Colocación del mortero	M
Colocación de ladrillos	L

Figura 29

Porcentaje de flujos - Tiempo Productivo

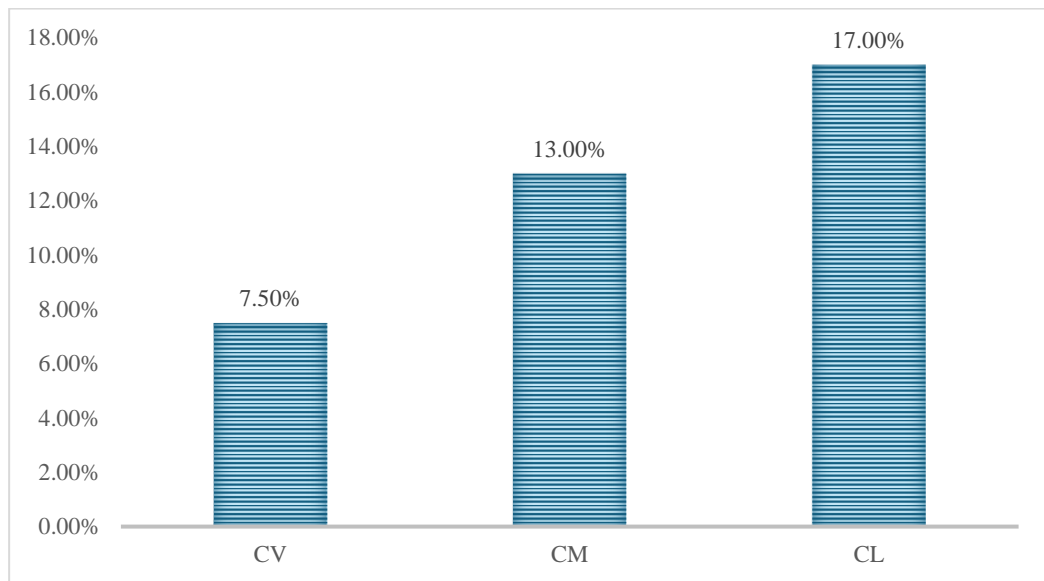


Figura 30

Porcentaje de flujos - Tiempo Contributivo

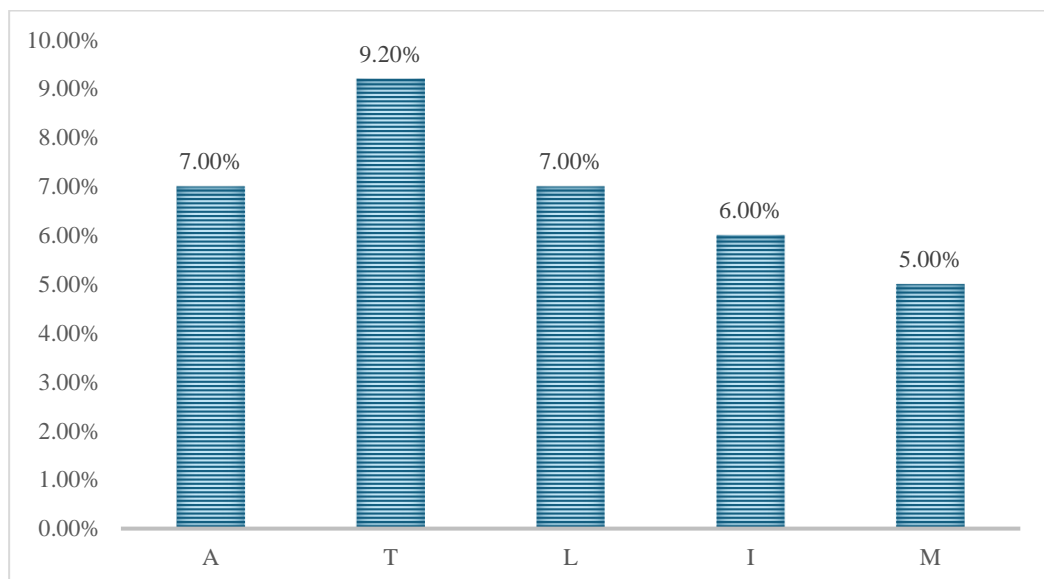


Figura 31

Porcentaje de flujos - Tiempo No Productivo

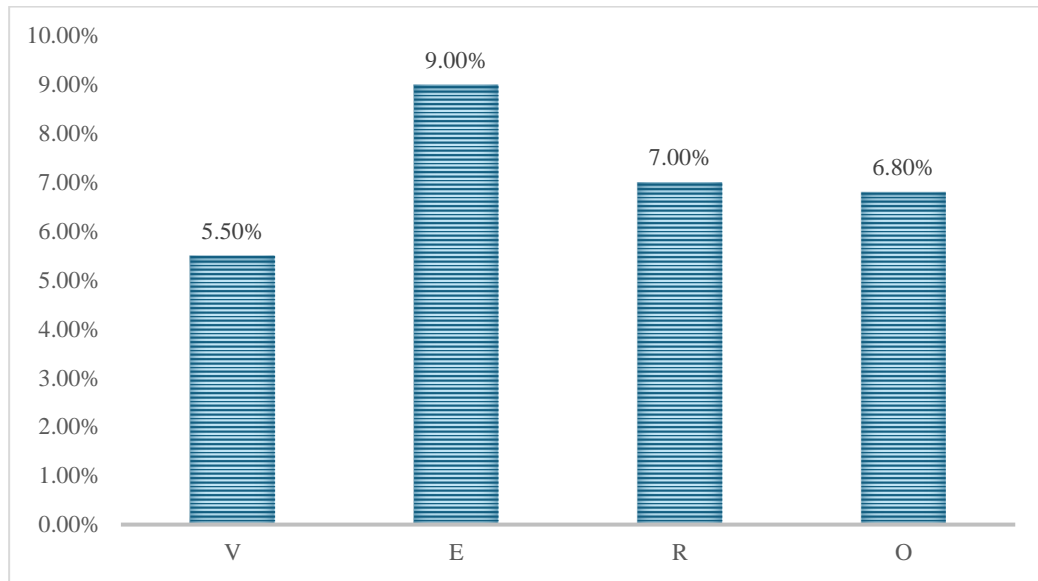
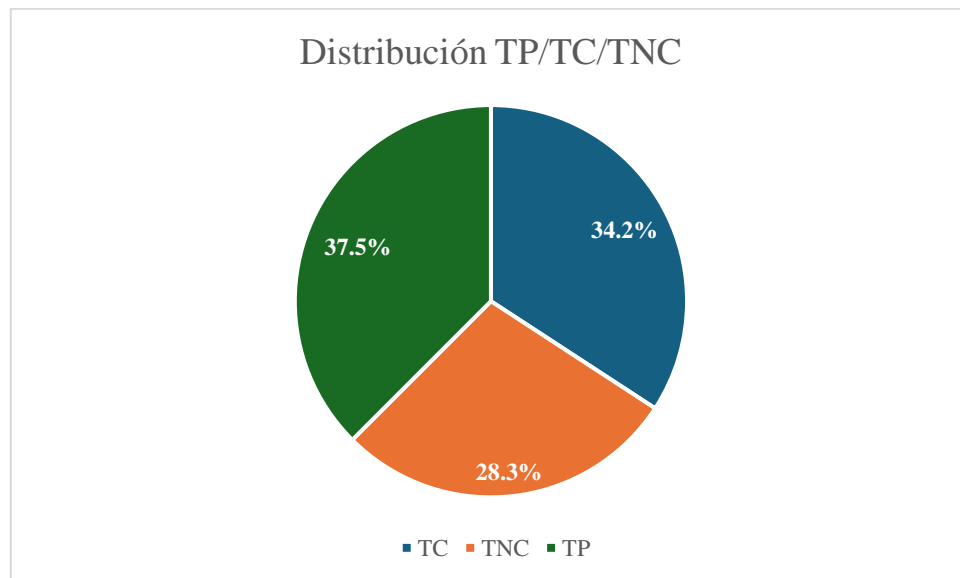


Figura 32

Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNC)



Análisis de resultados: Con la información obtenida en campo, se determinó los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, en la obra “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli,



provincia de Chucuito – Puno” (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina), tomando como objeto de estudio la partida muros y tabiques de albañilería, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción. Analizando la figura 29, figura 30, figura 31 y figura 32, de 500 mediciones efectuadas en obra en la partida muros y tabiques de albañilería, se obtuvieron los siguientes resultados, 37.50 % Tiempo Productivo (TP), 34.20 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.30 % Tiempo No Productivo (TNC).

4.1.2 Last Planner y Look Ahead para reducir los tiempos no productivos en la construcción.

Respecto a este ítem véase la tabla 7, tabla 8, tabla 9, tabla 10, tabla 11, tabla 12, tabla 13 y tabla 14 detallados a partir de la siguiente página.

Tabla 8

Lookahead: Obra: "Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia de Chucuito – departamento de Puno" – Mes 2

PROYECTO:		AREA / DPTO:		LOOKAHEAD																												
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION DE LA I.E.I. N° 787 DE VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO"		INGENIERIA		02																												
TIPO DE PROYECTO:		CLIENTE:		UBICACION:																												
EDIFICACIONES		VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO																														
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCION	RESPONSABLE	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4								
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		
01	Columnas De Concreto Armado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
02	Acero		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
03	Encofrado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
04	Concreto		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
05	Vigas De Concreto Armado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
06	Acero		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
07	Encofrado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
08	Concreto		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
09	Muros Y Tabiques De Albanileria		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
10	Control y verificación		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
11	Colocación del mortero		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
12	Colocación de ladrillos		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
ELABORADO POR:		Ing. De Producción		APROBADO POR:																												
		Ing. Residente		BRMA:																												

Tabla 9

Lookahead: Obra: "Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia de Chucuito – departamento de Puno” - Mes 3

PROYECTO:		AREA / DPTO:		MES:		LOOKAHEAD																											
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION DE LA I.E.I. N° 787 DE VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO"		INGENIERIA		03																													
TIPO DE PROYECTO:		CLIENTE:		UBICACION:																													
EDIFICACIONES		VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO																															
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4									
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D			
01	Columnas De Concreto Armado		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
02	Acero		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
03	Encofrado		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
04	Concreto		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
05	Vigas De Concreto Armado		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
06	Acero		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
07	Encofrado		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
08	Concreto		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
09	Muros Y Tabiques De Albanilería		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
10	Control y verificación		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
11	Colocación del mortero		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
12	Colocación de ladrillos		S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	
ELABORADO POR:		Ing. De Producción		APROBADO POR:																													
		Ing. Residente		FIRMA:																													

Tabla 10

Lookahead: Obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Chucuito – Puno" (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina) - Mes 1

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO – JULI, PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS REDES VIALES DEL DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO – PUNO" (II ETAPA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO, CERCO PERIMÉTRICO Y OFICINA ADMINISTRATIVA)		AREA / DPTO: INGENIERIA		MES: 01		UBICACIÓN: DISTRITO DE JULI - PROVINCIA DE CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO									
TIPO DE PROYECTO: EDIFICACIONES		CLIENTE:		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4					
Nº	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD/RESTRICCIÓN	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Columnas De Concreto Armado		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
01	Acero	S4F1	S4F2	S4F3	S4F4	S4F5			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
02	Encofrado	S3F5	S4F1	S4F2	S4F3	S4F4			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
03	Concreto	S3F5	S4F1	S4F2	S4F3	S4F4			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
Vigas De Concreto Armado		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
04	Acero	S3F4	S3F5	S4F1	S4F2	S4F3			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
05	Encofrado	S3F4	S3F5	S4F1	S4F2	S4F3			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
06	Concreto	S3F5	S3F4	S3F5	S4F1	S4F2			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
Muros Y Tabiques De Albañileria		07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
07	Control y verificación	S3F5	S3F4	S3F5	S4F1	S4F2			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
08	Colocación del mortero	S3F5	S3F4	S3F5	S4F1	S4F2			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
09	Colocación de ladrillos	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5	S4F1			S3F1	S3F2	S3F3	S3F4	S3F5		
ELABORADO POR: Ing. De Producción		APROBADO POR: Ing. Residente		FIRMA:											

Tabla 11

Lookahead: Obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Chucuito – Puno" (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina) - Mes 2

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO – JULI, PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS REDES VIALES DEL DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO – PUNO" (II ETAPA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO, CERCO PERIMÉTRICO Y OFICINA ADMINISTRATIVA)		AREA / DPTO: INGENIERIA		MES: 02		UBICACIÓN: DISTRITO DE JULI - PROVINCIA DE CHUCUITO – DEPARTAMENTO DE PUNO																										
TIPO DE PROYECTO: EDIFICACIONES		CLIENTE:		LOOKAHEAD		SEMANA 4																										
N°	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD/RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4								
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		
01	Columnas De Concreto Armado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
02	Acero		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
03	Encofrado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
04	Concreto		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
05	Vigas De Concreto Armado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
06	Acero		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
07	Encofrado		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
08	Concreto		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
09	Muros Y Tabiques De Albañilería		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
10	Control y verificación		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
11	Colocación del mortero		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
12	Colocación de ladrillos		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5		SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
ELABORADO POR:		APROBADO POR:		FIRMA:																												
Ing. De Producción		Ing. Residente																														

Tabla 12

Lookahead: Obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Chucuito – Puno" (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina) - Mes 3

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO – JULI, PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS REDES VIALES DEL DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO – PUNO" (II ETAPA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO, CERCO PERIMÉTRICO Y OFICINA ADMINISTRATIVA)		AREA / DPTO: INGENIERIA	MES: 03	LOOKAHEAD																											
TIPO DE PROYECTO: EDIFICACIONES		CLIENTE:	UBICACION: DISTRITO DE JULI - PROVINCIA DE CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	
01	Columnas De Concreto Armado		SF5	SF2	SF3	SF4	SF5			SF1	SF2	SF3	SF4	SF5			SF1	SF2	SF3	SF4	SF5			SF1	SF2	SF3	SF4	SF5			
02	Acero		SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			
03	Encofrado		SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			
04	Concreto		SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			SF5	SF1	SF2	SF3	SF4			
05	Vigas De Concreto Armado		SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			
06	Acero		SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			
07	Encofrado		SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			
08	Concreto		SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			SF4	SF5	SF1	SF2	SF3			
09	Muros Y Tabiques De Albañilería		SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			
10	Control y verificación		SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			
11	Colocación del mortero		SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			
12	Colocación de ladrillos		SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			SF3	SF4	SF5	SF1	SF2			
ELABORADO POR: Ing. De Producción			APROBADO POR:							Ing. Residente							FIRMA:														

Tabla 13

Análisis de restricciones: Obra: “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia de Chucuito – departamento de Puno”

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES						
PROYECTO: “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION DE LA I.E.I. N° 787 DE VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO”						
Cantidad	Und.	Actividad	Día que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Día Requerida en Obra	Responsable
Columnas De Concreto Armado						
250.00	kg	Acero	Día 1 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 2 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 3
Vigas De Concreto Armado						
250.00	kg	Acero	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 18 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 19 - mes 1	Operario 3
Muros Y Tabiques De Albañilería						
9.50	glb	Control y verificación	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	glb	Colocación del mortero	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	m2	Colocación de ladrillos	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
ELABORADO POR:			APROBADO POR:		FIRMA:	
Ing. De Producción			Ing. Residente			

Tabla 14

Análisis de restricciones: Obra: “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno” (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina)

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES						
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO - JULI PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS REDES VIALES DEL DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO" (II ETAPA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO, CERCO PERIMÉTRICO Y OFICINA ADMINISTRATIVA)						
Cantidad	Und.	Actividad	Día que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Día Requerida en Obra	Responsable
Columnas De Concreto Armado						
250.00	kg	Acero	Día 1 - mes 1	Esperas, Trabajo rechecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 2 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rechecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rechecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 3
Vigas De Concreto Armado						
250.00	kg	Acero	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rechecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rechecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 18 - mes 1	Esperas, Trabajo rechecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 19 - mes 1	Operario 3
Muros Y Tabiques De Albañilería						
9.50	glb	Control y verificación	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rechecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	glb	Colocación del mortero	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rechecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	m2	Colocación de ladrillos	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rechecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
ELABORADO POR:			APROBADO POR:		FIRMA:	
Ing. De Producción			Ing. Residente			

4.1.3 Ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos en la construcción

Reporte de Indicador De Productividad (IP) Y Curvas De Productividad

$$IP = \frac{\text{Horas x Hombres}}{\text{Metrado}}$$

- 1) IP real = HH real / Metrado
- 2) IP real acum = HH real acum/ Metrado actual acum
- 3) HH meta actual = IP meta x metrado actual
- 4) HH meta acum = IP meta x metrado actual acum
- 5) HH G/P actual= HH meta actual-HH real
- 6) HH G/P acum= HH meta acum-HH real acum
- 7) HH G/P al cierre= (IP meta - IP real acum)xMetrado Total

Obra: “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia Chucuito – departamento de puno”

Tabla 15

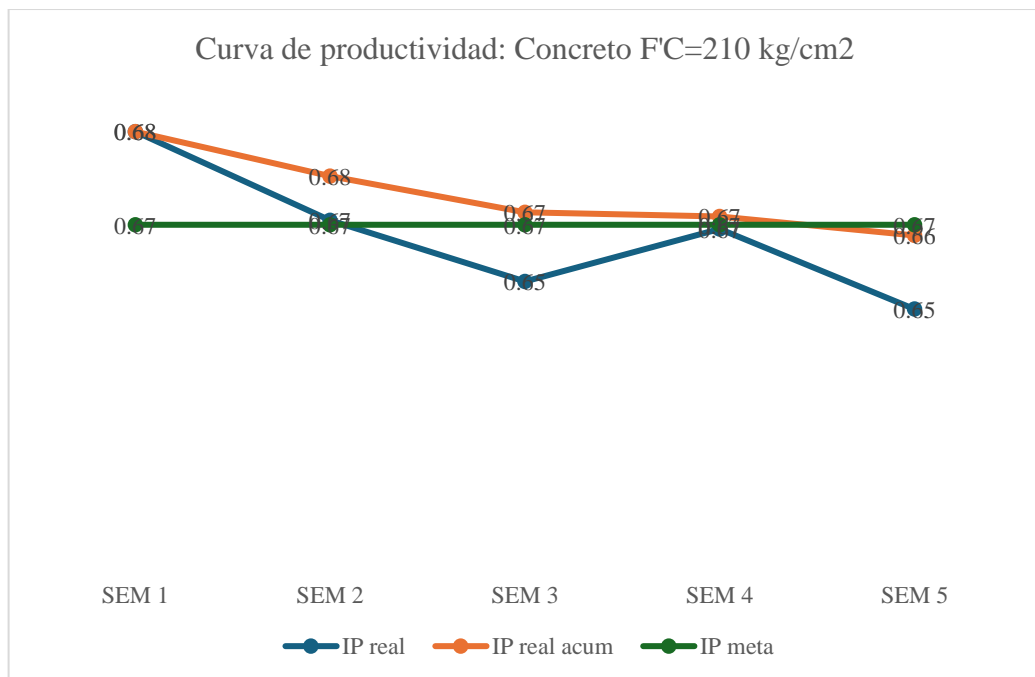
Reporte de IP: Partida - concreto F'C = 210 kg/cm2 para columnas

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
Partida:	CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
Unidad:	m3				
Rendimiento:	12.00	m3/dia			
HH-Ppto:	7.99	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	40.00	39.00	39.95	39.90	39.95
HH real acum	40.00	79.00	118.95	158.85	198.80
Metrado actual	58.50	58.50	61.00	60.00	61.50
Metrado actual acum	58.50	117.00	178.00	238.00	299.50

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
IP real	0.68	0.67	0.65	0.67	0.65
IP real acum	0.68	0.68	0.67	0.67	0.66
IP meta	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
HH meta actual	38.95	38.95	40.62	39.95	40.95
HH meta acum	38.95	77.90	118.52	158.47	199.42
HH G/P actual	-1.05	-0.05	0.67	0.05	1.00
HH G/P acum	-1.05	-1.10	-0.43	-0.38	0.62
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 33

Curva de productividad: Concreto F'C=210 kg/cm2 para columnas



De la Tabla 15 y Figura 33 tenemos los siguientes resultados, respecto al reporte IP: Partida - Concreto F'C=210 kg/cm2 para columnas, se obtuvieron los siguientes resultados, IP real = 0.65 (final), IP real acumulado = 0.66, IP meta = 0.67; cabe destacar, como no supera el IP real acumulado al IP meta, se logró de esta forma una productividad en la construcción aplicando Lean Construction

basado en rendimientos de mano de obra; además, se puede señalar por lo tanto, que no se reporta pérdida económica en dicha partida.

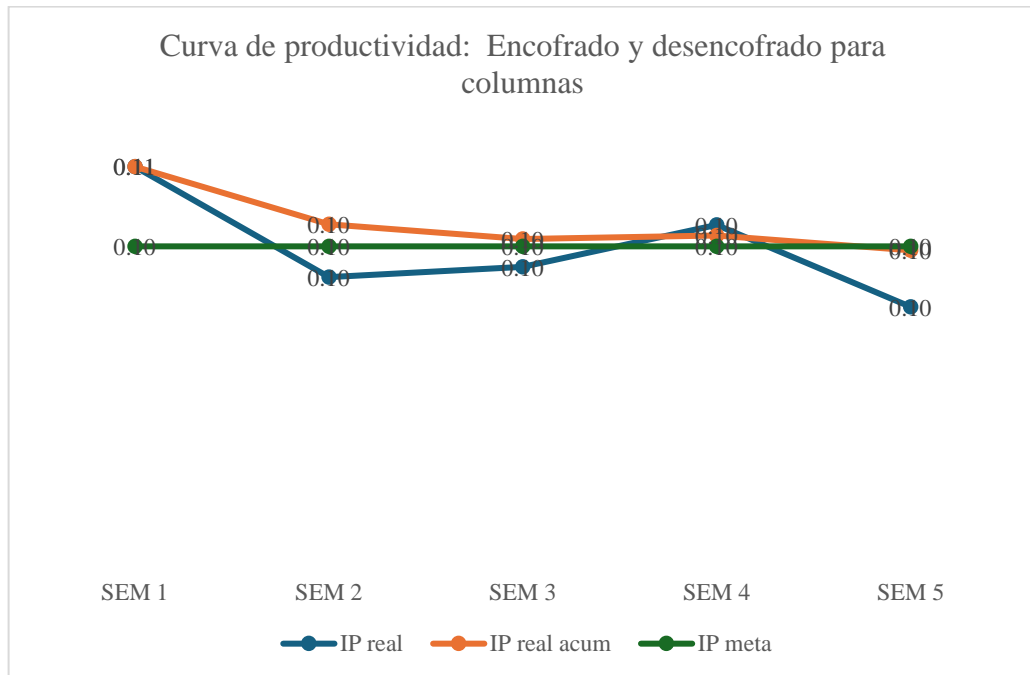
Tabla 16

Reporte de IP: Partida - encofrado y desencofrado para columnas

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
Partida:	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS				
Unidad:	m2				
Rendimiento:	14.00	m2/dia			
HH-Ppto:	1.43	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	7.00	7.10	7.15	7.15	7.10
HH real acum	7.00	14.10	21.25	28.40	35.50
Metrado actual	65.00	71.00	71.00	69.00	72.50
Metrado actual acum	65.00	136.00	207.00	276.00	348.50
IP real	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
IP real acum	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
IP meta	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
HH meta actual	6.64	7.25	7.25	7.05	7.41
HH meta acum	6.64	13.89	21.14	28.19	35.60
HH G/P actual	-0.36	0.15	0.10	-0.10	0.31
HH G/P acum	-0.36	-0.21	-0.11	-0.21	0.10
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 34

Curva de productividad: Encofrado y desencofrado para columnas



De la Tabla 16 y Figura 34 tenemos los siguientes resultados, respecto al reporte IP: Partida - Encofrado y desencofrado para columnas, se obtuvieron los siguientes resultados, IP real = 0.1009 (final), IP real acumulado = 0.101, IP meta = 0.102; cabe destacar, como no supera el IP real acumulado al IP meta, se logró de esta forma una productividad en la construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de mano de obra; además, se puede señalar por lo tanto, que no se reporta pérdida económica en dicha partida.

Tabla 17

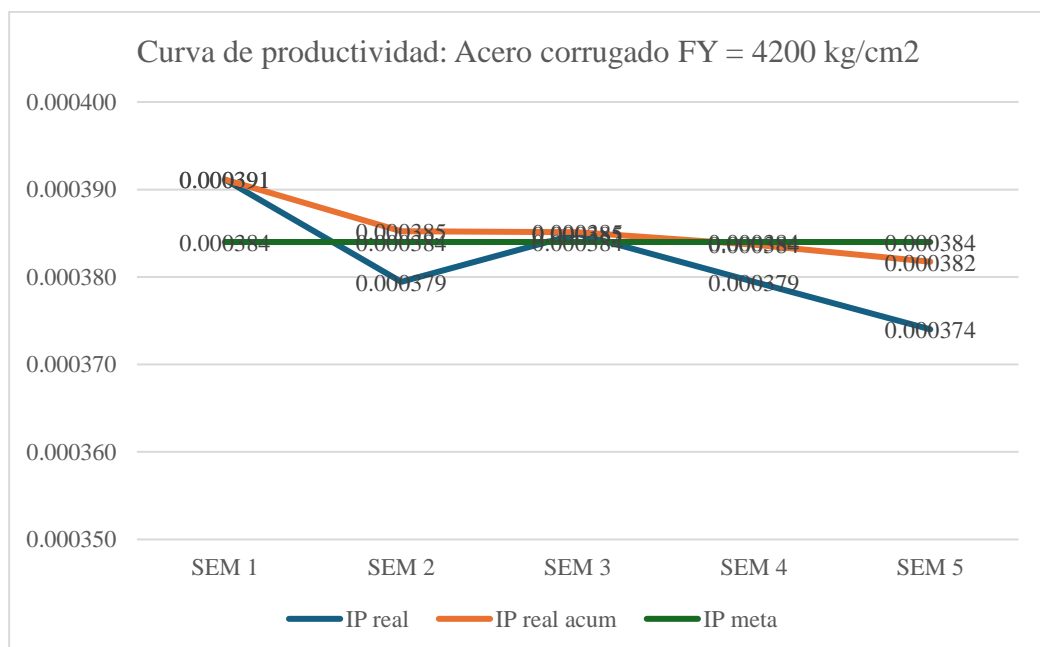
Reporte de IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm² para columnas

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
Partida:	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2				
Unidad:	kg				
Rendimiento:	250.00	kg/Dia			
HH-Ppto:	0.096	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	0.49	0.48	0.49	0.48	0.48
HH real acum	0.49	0.97	1.45	1.93	2.41

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
Metrado actual	1,240.00	1,265.00	1,260.00	1,265.00	1,270.00
Metrado actual acum	1,240.00	2,505.00	3,765.00	5,030.00	6,300.00
IP real	0.000391	0.000379	0.000385	0.000379	0.000374
IP real acum	0.000391	0.000385	0.000385	0.000384	0.000382
IP meta	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384
HH meta actual	0.48	0.49	0.48	0.49	0.49
HH meta acum	0.48	0.96	1.45	1.93	2.42
HH G/P actual	-0.01	0.01	-0.00	0.01	0.01
HH G/P acum	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.01
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 35

Curva de productividad: Acero corrugado FY = 4200 kg/cm² para columnas



De la Tabla 17 y Figura 35 tenemos los siguientes resultados, respecto al reporte IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm² para columnas, se obtuvieron los siguientes resultados, IP real = 0.000374 (final), IP real acumulado = 0.000382, IP meta = 0.000384; cabe destacar, como no supera el IP real acumulado al IP meta, se logró de esta forma una productividad en la construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de mano de obra; además, se puede señalar por lo tanto, que no se reporta pérdida económica en dicha partida.

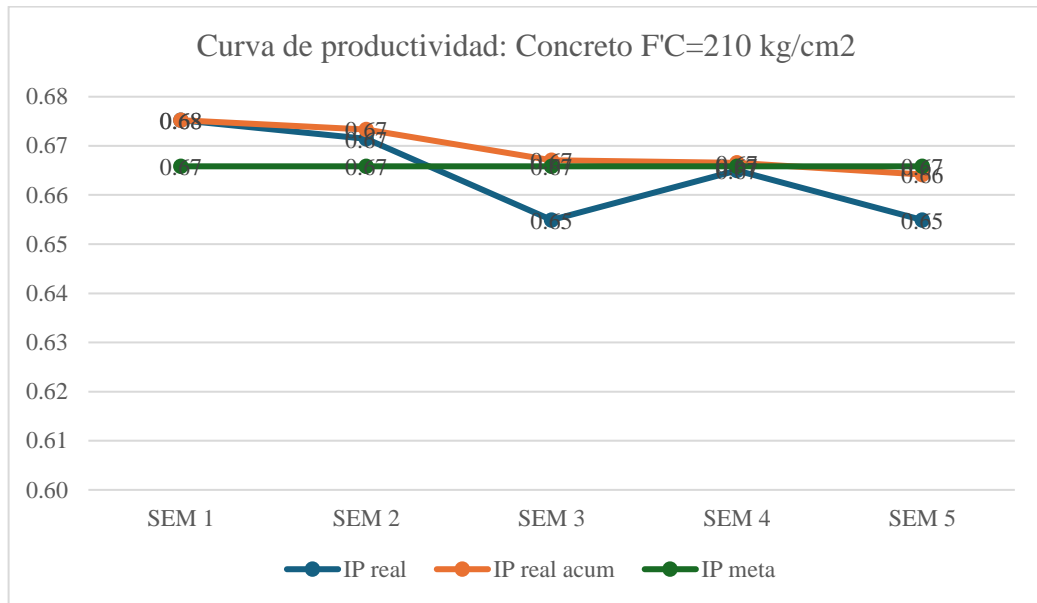
Tabla 18

Reporte de IP: Partida - Concreto F'C=210 kg/cm² para vigas

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
Partida:	CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
Unidad:	m ³				
Rendimiento:	12.00	m ³ /dia			
HH-Ppto:	7.99	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	39.50	39.95	39.95	39.90	39.95
HH real acum	39.50	79.45	119.40	159.30	199.25
Metrado actual	58.50	59.50	61.00	60.00	61.00
Metrado actual acum	58.50	118.00	179.00	239.00	300.00
IP real	0.68	0.67	0.65	0.67	0.65
IP real acum	0.68	0.67	0.67	0.67	0.66
IP meta	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
HH meta actual	38.95	39.62	40.62	39.95	40.62
HH meta acum	38.95	78.57	119.18	159.13	199.75
HH G/P actual	-0.55	-0.33	0.67	0.05	0.67
HH G/P acum	-0.55	-0.88	-0.22	-0.17	0.50
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 36

Curva de productividad: Concreto F'C=210 kg/cm² para vigas



De la Tabla 18 y Figura 36 tenemos los siguientes resultados, respecto al reporte IP: Partida - concreto F'C=210 kg/cm² para vigas, se obtuvieron los siguientes resultados, IP real = 0.65 (final), IP real acumulado = 0.66, IP meta = 0.67; cabe destacar, como no supera el IP real acumulado al IP meta, se logró de esta forma una productividad en la construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de mano de obra; además, se puede señalar por lo tanto, que no se reporta pérdida económica en dicha partida.

Tabla 19

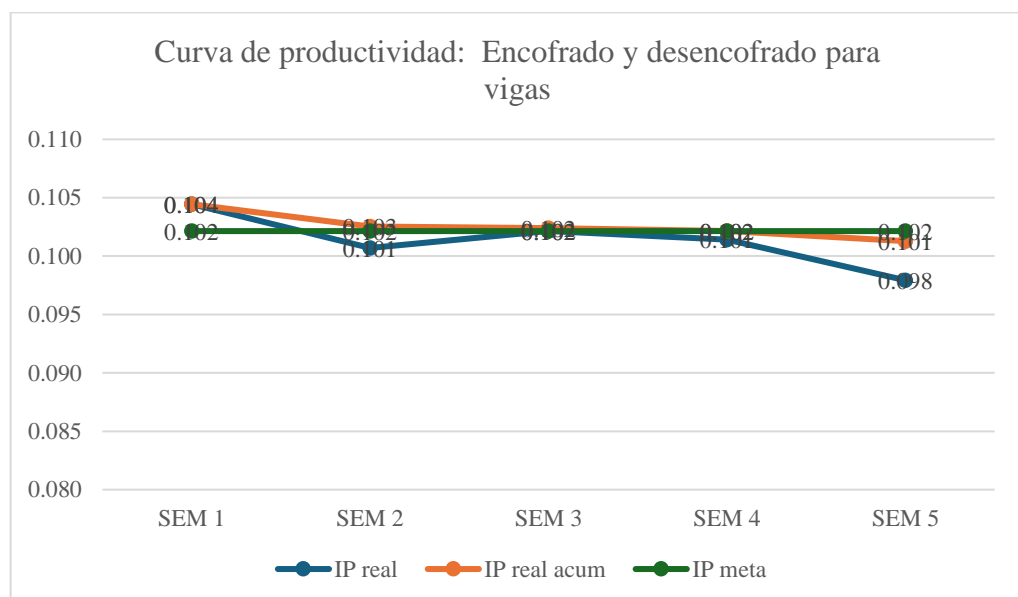
Reporte de IP: Partida - encofrado y desencofrado para vigas

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
Partida:	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS				
Unidad:	m ²				
Rendimiento:	14.00	m ² /dia			
HH-Ppto:	1.43	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	7.05	7.15	7.15	7.15	7.10

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
HH real acum	7.05	14.20	21.35	28.50	35.60
Metrado actual	67.50	71.00	70.00	70.50	72.50
Metrado actual acum	67.50	138.50	208.50	279.00	351.50
IP real	0.104	0.101	0.102	0.101	0.098
IP real acum	0.104	0.103	0.102	0.102	0.101
IP meta	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102
HH meta actual	6.89	7.25	7.15	7.20	7.41
HH meta acum	6.89	14.15	21.30	28.50	35.90
HH G/P actual	-0.16	0.10	0.00	0.05	0.31
HH G/P acum	-0.16	-0.05	-0.05	-0.00	0.30
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 37

Curva de productividad: Encofrado y desencofrado para vigas



De la Tabla 19 y Figura 37 tenemos los siguientes resultados, respecto al reporte IP: Partida - encofrado y desencofrado para vigas, se obtuvieron los siguientes resultados, IP real = 0.098 (final), IP real acumulado = 0.101, IP meta = 0.102; cabe destacar, como no supera el IP real acumulado al IP meta, se logró de esta forma una productividad en la construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de mano de obra; además, se puede señalar por lo tanto, que no se reporta pérdida económica en dicha partida.

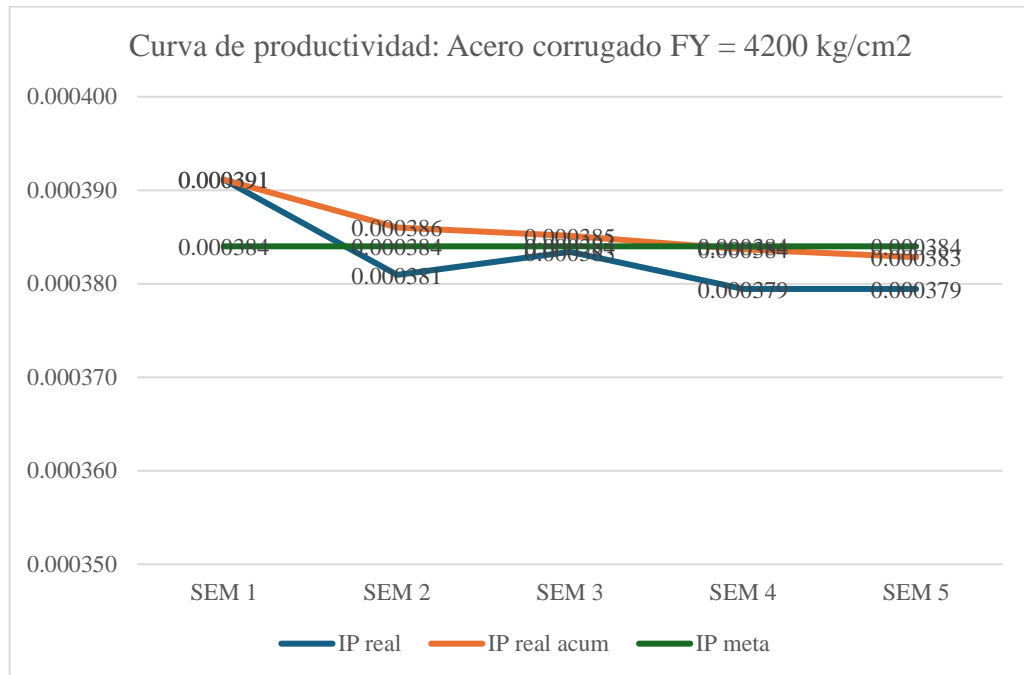
Tabla 20

Reporte de IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm² para vigas

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
Partida:	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2				
Unidad:	kg				
Rendimiento:	250.00	kg/Dia			
HH-Ppto:	0.096	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	0.49	0.48	0.49	0.48	0.48
HH real acum	0.49	0.97	1.45	1.93	2.41
Metrado actual	1,240.00	1,260.00	1,265.00	1,265.00	1,265.00
Metrado actual acum	1,240.00	2,500.00	3,765.00	5,030.00	6,295.00
IP real	0.000391	0.000381	0.000383	0.000379	0.000379
IP real acum	0.000391	0.000386	0.000385	0.000384	0.000383
IP meta	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384
HH meta actual	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49
HH meta acum	0.48	0.96	1.45	1.93	2.42
HH G/P actual	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
HH G/P acum	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.01
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 38

Curva de productividad: Acero corrugado FY = 4200 kg/cm² para vigas



De la Tabla 20 y Figura 38 tenemos los siguientes resultados, respecto al reporte IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm² para vigas, se obtuvieron los siguientes resultados, IP real = 0.000379 (final), IP real acumulado = 0.000383, IP meta = 0.000384; cabe destacar, como no supera el IP real acumulado al IP meta, se logró de esta forma una productividad en la construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de mano de obra; además, se puede señalar por lo tanto, que no se reporta pérdida económica en dicha partida.

Tabla 21

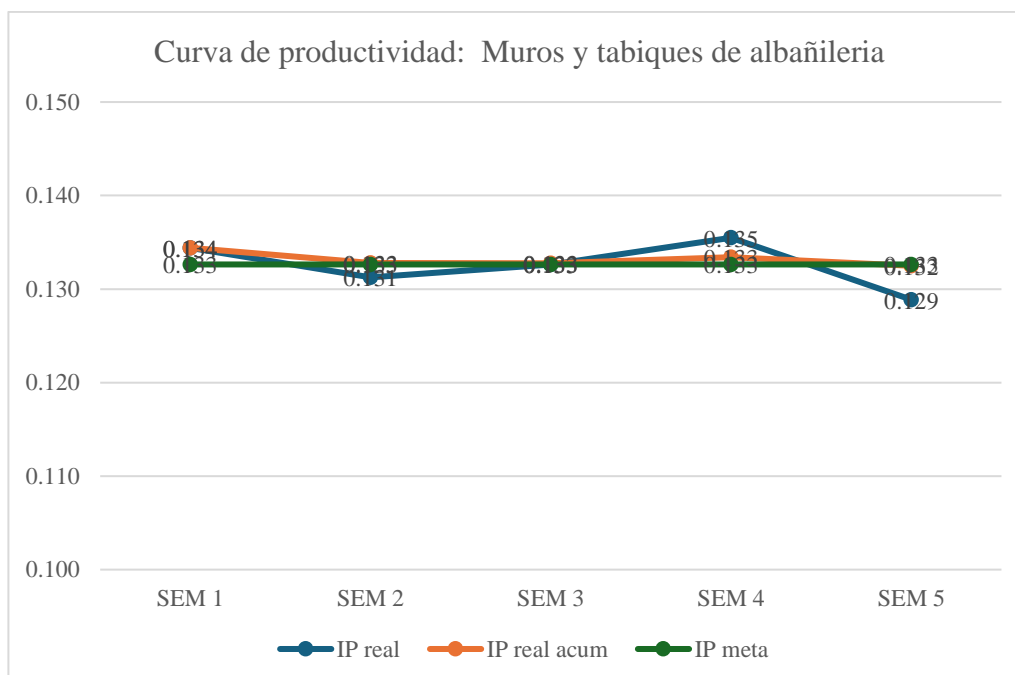
Reporte de IP: Partida - muros y tabiques de albañilería

Reporte de IP: Muros y tabiques de albañilería					
Partida:	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				
Unidad:	m ²				
Rendimiento:	9.50	m ² /Dia			
HH-Ppto:	1.26	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	6.25	6.30	6.30	6.30	6.25

Reporte de IP: Muros y tabiques de albañilería					
HH real acum	6.25	12.55	18.85	25.15	31.40
Metrado actual	46.50	48.00	47.50	46.50	48.50
Metrado actual acum	46.50	94.50	142.00	188.50	237.00
IP real	0.134	0.131	0.133	0.135	0.129
IP real acum	0.134	0.133	0.133	0.133	0.132
IP meta	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
HH meta actual	6.17	6.37	6.30	6.17	6.43
HH meta acum	6.17	12.53	18.83	25.00	31.43
HH G/P actual	-0.08	0.07	0.00	-0.13	0.18
HH G/P acum	-0.08	-0.02	-0.02	-0.15	0.03
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 39

Curva de productividad: Muros y tabiques de albañilería



De la Tabla 21 y Figura 39 tenemos los siguientes resultados, respecto al reporte IP: Partida - muros y tabiques de albañilería, se obtuvieron los siguientes resultados, IP real = 0.129 (final), IP real acumulado = 0.132, IP meta = 0.133; cabe destacar, como no supera el IP real acumulado al IP meta, se logró de esta forma una productividad en la construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de mano de obra; además, se puede señalar por lo tanto, que no se reporta pérdida económica en dicha partida.

A. Prueba de hipótesis

A.1 Procedencia: IEI 787

Tabla 22

Obra: IEI 787, Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a		TiemPro d
N		500
Parámetros normales ^{b,c}	Media	2.0120
	Desv.	0.82778
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.232
	Positivo	0.225
	Negativo	-0.232
Estadístico de prueba		0.232
Sig. asintótica(bilateral)		0.021 ^d
a. Procedencia = IEI 787		
b. La distribución de prueba es normal.		
c. Se calcula a partir de datos.		
d. Corrección de significación de Lilliefors.		

De la tabla 22, la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para contraste de hipótesis de la obra: “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia Chucuito – departamento de Puno” nos da un valor de $P < 0.05$, por consiguiente, rechazamos la hipótesis nula, lo cual nos indica que no hay homogeneidad, así mismo, el valor Sig. de 0.021 en síntesis nos permite aceptar la hipótesis alterna: La productividad en la construcción aplicando

lean construction basada en rendimientos de mano de obra, difiere de la distribución normal.

A.2 Procedencia: MEJ CAP

Tabla 23

Obra: Mej Cap, Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra^a		
		TiemPro d
N		500
Parámetros normales ^{b,c}	Media	1.9900
	Desv.	0.83384
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.234
	Positivo	0.234
	Negativo	-0.229
Estadístico de prueba		0.234
Sig. asintótica(bilateral)		0.022 ^d
a. Procedencia = MEJ CAP		
b. La distribución de prueba es normal.		
c. Se calcula a partir de datos.		
d. Corrección de significación de Lilliefors.		

De la tabla 23, la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para contraste de hipótesis de la obra: “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno” (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina), nos da un valor de $P < 0.05$, por consiguiente, rechazamos la hipótesis nula, lo cual nos indica que no hay homogeneidad, así mismo, el valor Sig. de 0.022 en síntesis nos permite aceptar la hipótesis alterna: La productividad en la construcción aplicando lean construction basada en rendimientos de mano de obra, difiere de la distribución normal.

4.2 Discusión

Los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, para la obra: “Mejoramiento de los servicios de Educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - Provincia Chucuito – Departamento de Puno”, tomando

como objeto de estudio a la partida columnas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción; 34.29 % Tiempo Productivo (TP), 36.19 % Tiempo Contributivo (TC) y 29.52 % Tiempo No Productivo (TNC); en la partida vigas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 31.70 % Tiempo Productivo (TP), 37.60 % Tiempo Contributivo (TC) y 30.70 % Tiempo No Productivo (TNC) y en la partida muros y tabiques de albañilería, se obtuvieron los siguientes resultados, 34.70 % Tiempo Productivo (TP), 35.40 % Tiempo Contributivo (TC) y 29.90 % Tiempo No Productivo (TNC). Por otro lado, para la obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la Municipalidad Provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del Distrito de Juli, Provincia de Chucuito – Puno" (II Etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina administrativa), tomando como objeto de estudio a la partida columnas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción; 37.00 % Tiempo Productivo (TP), 35.00 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.00 % Tiempo No Productivo (TNC); en la partida vigas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 36.10 % Tiempo Productivo (TP), 35.20 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.70 % Tiempo No Productivo (TNC) y en la partida muros y tabiques de albañilería, se obtuvieron los siguientes resultados, 37.50 % Tiempo Productivo (TP), 34.20 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.30 % Tiempo No Productivo (TNC). Por otra parte, Botero y Álvarez (2003), manifiesta según sus estudios de pérdidas en Chile, Tiempo productivo (TP)=47 %, Tiempo contributivo (TC)=28 % y Tiempo no productivo (TNP)=25 %; estudio de pérdidas en Medellín - Colombia, Tiempo productivo (TP)=37 %, Tiempo contributivo (TC)=36 % y Tiempo no productivo (TNP)=27 %; mientras que Mengoa, Naiza y Rivera (2018), manifiesta en su estudio de Obras civiles de gran minería. Caso de Estudio: HV Contratistas - Truck Shop Smcv - Perú, Tiempo productivo (TP)=19 %, Tiempo contributivo (TC)=66 % y Tiempo no productivo (TNP)=15 %; de igual forma De La Vega, Palomino, Gutiérrez y Salcedo (2018), manifiesta en su estudio de Obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas Caso de estudio: I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos del distrito de Urcos, Provincia de Quispicanchis, Cusco - Perú, Tiempo productivo (TP)=35 %, Tiempo contributivo (TC)=41 % y Tiempo no productivo (TNP)=24 %.

El uso de las herramientas como Last Planner y Look Ahead permitieron mejorar la productividad en las dos obras de construcción; específicamente en los Tiempos No Productivos (TNC), los cuales no aportan valor durante la construcción, tales como: Esperas (E), Trabajo rehecho (R) y Tiempo ocioso (O). Asimismo, se realizó un análisis de restricciones para mejorar el cumplimiento de lo programado con Look Ahead y los Índices de productividad en las dos obras objeto de estudio. Se puede señalar, el proceso seguido para mejorar la productividad en obra fue, reduciendo los tiempos de espera, lo cual fue mejorado con una atención oportuna de los materiales necesarios, respecto a los trabajos rehechos, se logró mejorar mediante un protocolo de control de calidad aplicado en obra y capacitaciones técnicas semanales, respecto a los tiempos ociosos, esto fue mejorado mediante charlas y reuniones de concientización al personal obrero, bajo el enfoque de logros por metas diarias.

Con la aplicación del ciclo de Deming se logró mejorar los tiempos productivos en la construcción, mejorando los Índices de productividad (IP). Se obtuvo un IP acumulado = 0.66, siendo el IP tope = 0.67 para el caso del F'C=210 kg/cm² para columnas, IP acumulado = 0.098, siendo el IP tope = 0.10 para el caso del encofrado y desencofrado para columnas, IP acumulado = 0.000382, siendo el IP tope = 0.000384 para el caso del acero corrugado FY = 4200 kg/cm² para columnas; con la aplicación de métodos, como sectorización, el cual permite dividir los frentes de trabajo mediante un plano dividido por colores en cada sector a intervenir, se logró tener frentes de trabajo en obra más controlados; de la misma forma, el uso de metodologías como los trenes de trabajo permitió mejorar todo el proceso constructivo en obra, debido a que se tiene un mejor control en cada paso y proceso de intervención de cada partida en obra; al principio se tuvo dificultades en la aplicación del ciclo de Deming a la mano de obra, debido a que el personal de obra no está acostumbrado a trabajar bajo el enfoque de metas diarias y cuadrillas optimizadas; puesto que en la ejecución tradicional de obra, los operarios de cada frente de trabajo elegían y decidían con que personal trabajan; por tanto, cambiar esta forma de trabajo generó cierta incomodidad en el personal obrero; este inconveniente se logró superar, mediante un programa de integración de todo el personal de obra en los planes diarios de ejecución de obra, bajo el enfoque de logros por metas diarias.

CONCLUSIONES

- Los tiempos productivos en la construcción aplicando lean construction, para la obra: “Mejoramiento de los servicios de Educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - Provincia Chucuito – Departamento de Puno”, tomando como objeto de estudio a la partida columnas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción; 34.29 % Tiempo Productivo (TP), 36.19 % Tiempo Contributivo (TC) y 29.52 % Tiempo No Productivo (TNC); en la partida vigas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 31.70 % Tiempo Productivo (TP), 37.60 % Tiempo Contributivo (TC) y 30.70 % Tiempo No Productivo (TNC) y en la partida muros y tabiques de albañilería, se obtuvieron los siguientes resultados, 34.70 % Tiempo Productivo (TP), 35.40 % Tiempo Contributivo (TC) y 29.90 % Tiempo No Productivo (TNC). Por otro lado, para la obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la Municipalidad Provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del Distrito de Juli, Provincia de Chucuito – Puno” (II Etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina administrativa), tomando como objeto de estudio a la partida columnas de concreto armado, siendo una de las partidas ejecutadas con mayor incidencia presupuestal y/o de importancia estructural en la construcción; 37.00 % Tiempo Productivo (TP), 35.00 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.00 % Tiempo No Productivo (TNC); en la partida vigas de concreto armado, se obtuvieron los siguientes resultados, 36.10 % Tiempo Productivo (TP), 35.20 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.70 % Tiempo No Productivo (TNC) y en la partida muros y tabiques de albañilería, se obtuvieron los siguientes resultados, 37.50 % Tiempo Productivo (TP), 34.20 % Tiempo Contributivo (TC) y 28.30 % Tiempo No Productivo (TNC).
- Las herramientas como Last Planner y Look Ahead permitieron mejorar la productividad en las dos obras de construcción; específicamente en los Tiempos No Productivos (TNC), los cuales no aportan valor durante la construcción, tales como: Esperas (E), Trabajo rehecho (R) y Tiempo ocioso (O). Asimismo, se realizó un análisis de restricciones para mejorar el cumplimiento de lo programado con Look Ahead y los Índices de productividad en las dos obras objeto de estudio.

- Con la aplicación del ciclo de Deming se logró mejorar los tiempos productivos en la construcción, mejorando los Índices de productividad (IP). Se obtuvo un IP acumulado = 0.66, siendo el IP tope = 0.67 para el caso del F'C=210 kg/cm² para columnas, IP acumulado = 0.098, siendo el IP tope = 0.10 para el caso del encofrado y desencofrado para columnas, IP acumulado = 0.000382, siendo el IP tope = 0.000384 para el caso del acero corrugado F'Y = 4200 kg/cm² para columnas.
- La Prueba de Kolmogorov-Smirnov para contraste de hipótesis de las obra: “Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - provincia Chucuito – departamento de Puno” y “Mejoramiento de la capacidad operativa de la municipalidad provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del distrito de Juli, provincia de Chucuito – Puno” (ii etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina), nos da un valor de $P < 0.05$, por consiguiente, rechazamos la hipótesis nula, lo cual nos indica que no hay homogeneidad, así mismo, los valores de Sig. 0.021 y 0.022 en síntesis nos permite aceptar la hipótesis alterna: La productividad en la construcción aplicando lean construction basada en rendimientos de mano de obra, difiere de la distribución normal.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda trabajar tomando mediciones mínimamente 400 veces de los tiempos productivos en la construcción aplicando Lean Construction, de acuerdo a la tabla 5, debido a que esta metodología permite reducir los tiempos no productivos en la construcción, lo cual al final se ve reflejado en ganancias económicas.
- Las herramientas como Last Planner y Look Ahead permiten mejorar la productividad en las obras de construcción, debido a su practicidad metodológica y aplicativa, los cuales al final permiten entregar las obras en un menor tiempo de lo programado y generando un incremento en la productividad de las partidas a ejecutar.
- El ciclo de Deming, permite hacer planificaciones, ejecutar, verificar y revisar todo el proceso de manera cíclica, de tal forma siempre se puede mejorar cada vez más y más los flujos y ciclos constructivos, los cuales al final permiten mejorar los índices de productividad de las obras.

BIBLIOGRAFÍA

- Akanbi, O. A., Oyedolapo, O., y Steven, G. J. (2019). *Lean Principles in Construction. En Sustainable Construction Technologies*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811749-1.00010-9>
- Alvarez, K. (2017). *Estudio para incrementar el rendimiento de la mano de obra en la construcción de la Residencial «Las palmas III» en Trujillo-La Libertad, con la aplicación del enfoque de Lean Construction*. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3729>
- Almendáriz, C. (2022). *Aplicación de la filosofía Lean Construction para el cálculo de pérdidas por fuga económica en mano de obra previa a la construcción de una vivienda*. Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación, 6(45), 223–232. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss45.2022pp223-232>
- Arcudia, C., Solís, R., y Baeza, J. (2004). *Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción*. Ingeniería, 8(2), 145-154. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46780212>
- Arevalo, S. (2018). *Implementación de la metodología lean construction en la productividad de la construcción del proyecto casa club Recrea las Magnolias-Breña*. Universidad Nacional Federico Villarreal. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/2293>
- Asto, D., Ccolcca, J., Durand, I., Ochoa, J., y Quitoran, J. (2017). *Análisis de procesos que impactan en la productividad de una obra aplicando Lean Construction. Caso de estudio: Proyecto Multifamiliar Buganvillas Tercera Etapa – Comas para la etapa de estructuras y arquitectura*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/623126>
- Barraza, S., y Gamarra, R. (2019). *Buenas prácticas de construcción bajo los lineamientos del PMI en Colombia*. Ingeniería Civil, Universidad De La Costa, Barranquilla. <http://hdl.handle.net/11323/3098>
- Ballard, H. (2000). *The last planner system of production control*. School of Civil Engineerin, Faculty of Engineering, The University of Birmingham. Recuperado

https://www.researchgate.net/publication/239062242_The_Last_Planner_System_of_Production_Control

Benites, J., y Mendoza, A. (2023). *Evaluación del índice de producción, ratio y rendimiento de la mano de obra con la metodología Lean Construction durante la ejecución de las partidas de encofrado, concreto y tarrajeo en el proyecto multifamiliar “Luciana” – 2021*. Maestría en Gestión de la Construcción, Universidad Tecnológica del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/7348>

Botero, L., y Álvarez, M. (2003). *Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción*. Revista Universidad EAFIT, (130), 65-78. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/215/21513006.pdf>

Botero, L., y Álvarez, M. (2004). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento)*. Revista Universidad EAFIT, 40(136), 50-64. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/864>

Botero, L., y Álvarez, M. (2005). *Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín*. Ingeniería y Desarrollo, 148-159. Recuperado de <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.unal.edu.co/ehost/detail/detail?vid=20&sid=02bc3229-632c-48ef-baa7-505c401bd5bf@sessionmgr198&hid=114&ybdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9hyAN=22466286>

Buleje, K. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction*. Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1691>

Burneo, L. (2013). *Mejora de la productividad en el mantenimiento rutinario de una carretera aplicando filosofía Lean Construction*. Universidad de Piura. <https://hdl.handle.net/11042/1752>

Carvajal, D., Bahamón, S., Aristizábal, P., Vásquez, A., y Botero, L. (2019). *Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices*

- over sustainability during construction phase*. Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216>
- Ccorahua, E. (2016). *Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial torre del sol*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Andina del Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/351>
- De la Vega, H., Palomino, J., Gutiérrez, H., y Salcedo, E. (2018). *Mejora de la productividad implementando el sistema Lean construction en la ejecución de obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas Caso de estudio: I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos del distrito de Urcos, provincia de Quispica*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/624257>
- Delgado, D. y Julca, L. (2020). *Aplicación de herramientas de gestión de proyectos para mejorar el rendimiento de la mano de obra de actividades previas al vaciado de concreto en la construcción de la I.E. 00815 Carrizal, Jepelacio - Moyobamba - San Martín; 2019*. Universidad Científica del Perú. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/982>
- Dong, N., Ge, D., Fischer, M., y Haddad, Z. (2012). *A genetic algorithm-based method for look-ahead scheduling in the finishing phase of construction projects*. Advanced Engineering Informatics, 26(4), 737-748. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2012.03.004>
- Ghio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción. Diagnostico, critica y propuesta*. Fondo editorial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181910>
- Gómez, A., y Morales, D. (2016). *Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra*. 12(1), 21-31. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5523780.pdf%0A>

- Gomez, A., y Morales, D. (2016). *Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra*. Inge CuC, 12(1), 21–31. Pontificia Universidad Javeriana. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>
- Heigermoser, D., García de Soto, B., Abbott, E., y Chua, D. (2019). *BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management*. Automation in Construction, 104(March), 246-254. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019>
- Jerez, S. (2020). *Desarrollo de una matriz de riesgos genérica para su implementación en proyectos de construcción bajo metodología PMI: un estudio de caso en Bogotá*. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia. <https://hdl.handle.net/10983/24456>
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction* (Stanford University). <https://purl.stanford.edu/kh328xt3298>
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Building Technology. Technical Research Centre Of Finland. Vtt Publications. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/35018344_An_Exploration_Towards_a_Production_Theory_and_its_Application_to_Construction
- Marhani, M. A., Jaapar, A., y Bari, N. A. A. (2012). *Lean Construction: Towards Enhancing Sustainable Construction in Malaysia*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 68, 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.209>
- Madariaga, J. y Ccapa, D. (2019). *Evaluación de la ejecución de proyectos de edificación de concreto armado en torno al BIM y Lean Construction*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11149>
- Mañuico, R. (2015). *Modelo de gestión de control de costos, en la industria de la construcción, bajo el enfoque del PMIPMBOK; Caso presa de relave, consorcio STRACON GYM-MOTAENGIL, minera Chinalco, Perú*. Escuela de Posgrado, Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/802>

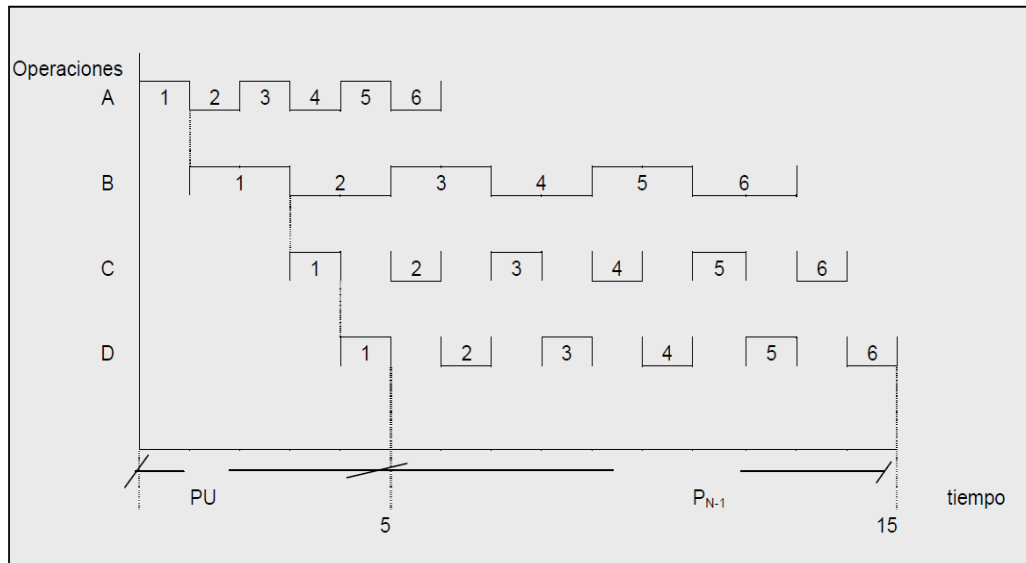
- Mejía, G., y Hernández, T. (2007). *Seguimiento de la Productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra*. Revista de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, 6(2), 45-59. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6299721>
- Melendez, R. (2011). *Mejora de la Productividad en Proyectos de Construcción y la Aplicación de una Metodología de Gestión (Universidad Nacional de Ingeniería)*. Recuperado de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1130/1/lopez_gj.pdf
- Mellado, M. (2013). *Apuntes de Planificación de Proyectos. Programación Rítmica. Gestión de la construcción*. Recuperado de <https://mmellado.m.ublog.cl/archivos/19634/program>
- Mengo, O., Naiza, H., y Rivera, C. (2018). *Análisis de la productividad de los procesos constructivos aplicando filosofía lean construction para obras civiles de gran minería :Caso de estudio: HV Contratistas-Truck Shop SMCV (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas)*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/625002>
- Oroz, C. (2015). *Aplicación de herramienta de planeamiento Look Ahead en construcción de proyecto inmobiliario multifamiliar de 10 pisos*. Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2383>
- Pacheco, Y. (2017). *Dirección de un proyecto de construcción y mejoramiento de Servicios Educativos, aplicando estándares del PMI*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de Postgrado. <http://hdl.handle.net/10757/621350>
- Paz, E., Rojas, M., y Ruiz, A. (2018). *Aplicación de la metodología PMI para proyecto de construcción vertical de uso residencial, caso de estudio: Proyecto KD MARLY. ACB*. Especialización en Gerencia de Obras, Universidad Católica de Colombia. <https://hdl.handle.net/10983/22409>
- Pons, J., y Rubio, I. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa. Metodología del last planner system*. Colección Guías Prácticas De Lean Construction. Consejo General de la Arquitectura técnica de España (CGATE). <http://hdl.handle.net/20.500.12251/1064>



- Porras, H., Sánchez, O., y Galvis, J. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Avances Investigación En Ingeniería, 11(1), 32–53. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298>
- Román, B. (2015). *Aplicación de las metodologías construcción sin pérdidas e innovación tecnológica para la mejora de la productividad en procesos de pavimentación*. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4385>
- Vargas, C. (2018). *Modelo de gestión basado en los lineamientos del Project Management Institute para la construcción de plantas de concreto en Bogotá: caso de estudio planta de concreto Argos calle 80*. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/10983/16052>

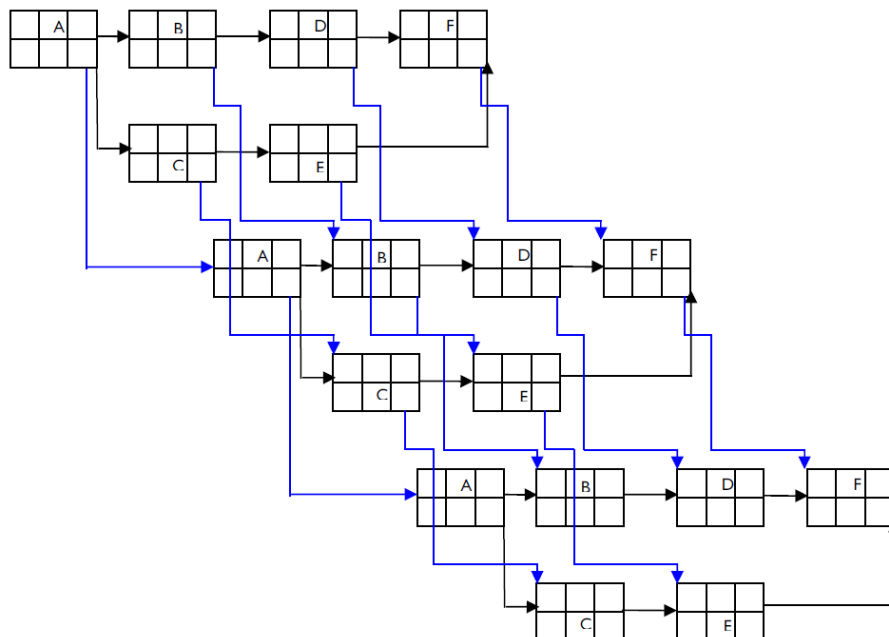
<p>Problema Especifico 2</p> <p>¿En qué medida se aplicando las herramientas como Last Planner Ahead y se logra reducir los tiempos no productivos en la construcción?</p>	<p>Objetivo Especifico 2</p> <p>Aplicar herramientas como Last Planner y Look Ahead para reducir los tiempos no productivos en la construcción.</p>	<p>los proyectos de construcción.</p> <p>Hipótesis Especifica 2</p> <p>La utilización de herramientas como Last Planner y Look Ahead reduce sustancialmente los tiempos no productivos en la construcción, contribuyendo a una mayor productividad en los proyectos.</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="268 1384 370 1556">Lean Construction</td> <td data-bbox="268 1220 370 1384">Acero</td> <td data-bbox="268 1097 370 1220">1</td> <td data-bbox="268 963 370 1097"></td> </tr> <tr> <td></td> <td data-bbox="370 1220 422 1384">Encofrado</td> <td data-bbox="370 1097 422 1220">1</td> <td data-bbox="422 963 821 1097"></td> </tr> <tr> <td colspan="4" data-bbox="370 963 821 1019" style="text-align: center;">Variable Dependiente 1 (Y1): P: Productividad</td> </tr> <tr> <td data-bbox="422 1384 502 1556">Dimensiones</td> <td data-bbox="422 1220 502 1384">Indicadores</td> <td data-bbox="422 1097 502 1220">Ítems</td> <td data-bbox="422 963 502 1097">Niveles o Rangos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="502 1384 606 1556">Productividad</td> <td data-bbox="502 1220 606 1384">Indicador de productividad (reporte de IP)</td> <td data-bbox="502 1097 606 1220">1</td> <td data-bbox="502 963 606 1097">-</td> </tr> </table>	Lean Construction	Acero	1			Encofrado	1		Variable Dependiente 1 (Y1): P: Productividad				Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o Rangos	Productividad	Indicador de productividad (reporte de IP)	1	-	<p>complejidad de las mismas, los cuales se ejecutaron en el periodo de 2022 a 2023, en donde se realizó un estudio de caso tomando en consideración las 2 obras de construcción. Asimismo, se trabajó con las 3 partidas más incidentes de cada obra, llegando a tomar 400 mediciones (Recomendación establecida por Lean construction para análisis y estudio de caso en obras de construcción y mejora productividad) de tiempos (TP: Tiempo productivo, TC: Tiempo contributivo, TNP: Tiempo no productivo), en cada partida incidente, lo cual hace un total de 1200 mediciones por cada obra, llegando a un total de 2400 mediciones como objeto de estudio para la presente tesis.</p>	<p><i>Técnica:</i> Ficha de observación <i>Instrumento:</i> Cartas recolectadas y datos de otros investigadores <i>Autor:</i> Ronald Castillo <i>Año:</i> 2022-2023 <i>Validez:</i> Juicio de Expertos Ingenieros de Obras. <i>Ámbito de Aplicación:</i> Residente de obras, asistentes de Obra, Operarios, Oficiales y Peones.</p> <p>Variable Independiente 3 (X3): Tiempo no productivo</p> <p><i>Técnica:</i> Ficha de observación <i>Instrumento:</i> Cartas de balance y datos recolectados por otros investigadores <i>Autor:</i> Ronald Castillo <i>Año:</i> 2022-2023 <i>Validez:</i> Juicio de Expertos Ingenieros de Obras. <i>Ámbito de Aplicación:</i> Residente de obras, asistentes de Obra, Operarios, Oficiales y Peones.</p> <p>Variable Dependiente (Y): P: Productividad</p>	<p>Análisis Estadístico:</p> <p>Prueba de Kolmogorov - Smirnov con un nivel de significancia al 5%, para una muestra que comparara la función acumulada observada de las variables. Asimismo, la prueba de Kolmogorov-Smirnov nos permite aplicar una muestra para comprobar si una variable (TP, TC y TNP) se distribuyen normalmente.</p> <p>TP: Tiempo productivo TC: Tiempo Contributivo TNP: Tiempo No Productivo</p>
Lean Construction	Acero	1																								
	Encofrado	1																								
Variable Dependiente 1 (Y1): P: Productividad																										
Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o Rangos																							
Productividad	Indicador de productividad (reporte de IP)	1	-																							

Anexo 2. Programación rítmica



Nota. Apuntes de Planificación de Proyectos. Programación Rítmica. Gestión de la construcción. Mellado, 2013

Anexo 3. Programación rítmica - malla CPM del proyecto



Nota. Apuntes de Planificación de Proyectos. Programación Rítmica. Gestión de la construcción. Mellado, 2013

Anexo 5. Base de datos

A. Lookahead: Obra “Mejoramiento de los servicios de Educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - Provincia Chucuito – Departamento de Puno”
Formato 1

PROYECTO:		AREA / DPTO:		LOOKAHEAD		MES:		UBICACION:																			
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION DE LA I.E.I. N° 787 DE VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO"		INGENIERIA		01		01		VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO																			
TIPO DE PROYECTO:		CLIENTE:		SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4																	
EDIFICACIONES		RESPONSABLE		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D			
01	Columnas De Concreto Armado	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
02	Acero	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
03	Encofrado	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
04	Concreto	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
05	Vigas De Concreto Armado	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
06	Acero	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
07	Encofrado	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
08	Concreto	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
09	Muros Y Tabiques De Albanileria	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
10	Control y verificación	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
11	Colocación del inrtero	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
12	Colocación de ladrillos	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	
ELABORADO POR:		Ing. De Producción		APROBADO POR:		Ing. Residente		FIRMA:																			

Formato 2

PROYECTO:		MBS:		LOOKAHEAD		MBS:																													
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION DE LA I.E. N° 787 DE VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO"		02		INGENIERIA		02																													
TIPO DE PROYECTO:		CLIENTE:		UBICACION:		SEMANA 4																													
EDIFICACIONES		VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO		VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO		SEMANA 4																													
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCIÓN	RESPONSABLE	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4											
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
01	Columnas De Concreto Armado	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
02	Acero	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
03	Encofrado	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
04	Concreto	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
05	Vigas De Concreto Armado	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
06	Acero	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
07	Encofrado	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
08	Concreto	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
09	Muros Y Tabiques De Albanilería	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
10	Control y verificación	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
11	Colocación del mortero	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
12	Colocación de ladrillos	S1F1	S1F2	S1F3	S1F4	S1F5	S1F6	S1F7	S1F8	S1F9	S1F10	S1F11	S1F12	S1F13	S1F14	S1F15	S1F16	S1F17	S1F18	S1F19	S1F20	S1F21	S1F22	S1F23	S1F24	S1F25	S1F26	S1F27	S1F28	S1F29	S1F30	S1F31	S1F32		
ELABORADO POR:		APROBADO POR:		Ing. De Producción		Ing. Residente		FIRMA:																											

Formato 3

PROYECTO:		LOOKAHEAD														MES:															
"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION DE LA I.E. N° 787 DE VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO"		INGENIERIA														03															
TIPO DE PROYECTO:		CLIENTE:														UBICACION:															
EDIFICACIONES		VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO																													
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCION	RESPONSABLE	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4							
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	
Columnas De Concreto Armado																															
01	Acero	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5
02	Encofrado	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
03	Concreto	SF11	SF12	SF13	SF14	SF15	SF11	SF12	SF13	SF14	SF15	SF11	SF12	SF13	SF14	SF15	SF11	SF12	SF13	SF14	SF15	SF11	SF12	SF13	SF14	SF15	SF11	SF12	SF13	SF14	SF15
Vigas De Concreto Armado																															
04	Acero	SF16	SF17	SF18	SF19	SF20	SF16	SF17	SF18	SF19	SF20	SF16	SF17	SF18	SF19	SF20	SF16	SF17	SF18	SF19	SF20	SF16	SF17	SF18	SF19	SF20	SF16	SF17	SF18	SF19	SF20
05	Encofrado	SF21	SF22	SF23	SF24	SF25	SF21	SF22	SF23	SF24	SF25	SF21	SF22	SF23	SF24	SF25	SF21	SF22	SF23	SF24	SF25	SF21	SF22	SF23	SF24	SF25	SF21	SF22	SF23	SF24	SF25
06	Concreto	SF26	SF27	SF28	SF29	SF30	SF26	SF27	SF28	SF29	SF30	SF26	SF27	SF28	SF29	SF30	SF26	SF27	SF28	SF29	SF30	SF26	SF27	SF28	SF29	SF30	SF26	SF27	SF28	SF29	SF30
Muros Y Tabiques De Albañilería																															
07	Control y verificación	SF31	SF32	SF33	SF34	SF35	SF31	SF32	SF33	SF34	SF35	SF31	SF32	SF33	SF34	SF35	SF31	SF32	SF33	SF34	SF35	SF31	SF32	SF33	SF34	SF35	SF31	SF32	SF33	SF34	SF35
08	Colocación del montero	SF36	SF37	SF38	SF39	SF40	SF36	SF37	SF38	SF39	SF40	SF36	SF37	SF38	SF39	SF40	SF36	SF37	SF38	SF39	SF40	SF36	SF37	SF38	SF39	SF40	SF36	SF37	SF38	SF39	SF40
09	Colocación de ladrillos	SF41	SF42	SF43	SF44	SF45	SF41	SF42	SF43	SF44	SF45	SF41	SF42	SF43	SF44	SF45	SF41	SF42	SF43	SF44	SF45	SF41	SF42	SF43	SF44	SF45	SF41	SF42	SF43	SF44	SF45
APROBADO POR :																															
Ing. De Producción														Ing. Residente																	
FIRMA:																															

Formato 2

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO - JULI PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS REDES VIALES DEL DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO" (1ª ETAPA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO, CERCO PERIMÉTRICO Y OFICINA ADMINISTRATIVA)		AREA / DPTO: INGENIERIA		MES: 02		LOOKAHEAD																																																																																						
TIPO DE PROYECTO: EDIFICACIONES		CLIENTE:		UBICACION: DISTRITO DE JULI - PROVINCIA DE CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO		SEMANA 4																																																																																						
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCIÓN	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4																																																																					
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D																																																															
01	Columnas De Concreto Armado	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
02	Encofrado	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
03	Concreto	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
04	Vigas De Concreto Armado	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
05	Encofrado	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
06	Concreto	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
07	Muros Y Tabiques De Albanilería	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
08	Control y verificación	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
09	Colocación del mortero	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
10	Colocación de ladrillos	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S53	S54	S55	S56	S57	S58	S59	S60	S61	S62	S63	S64	S65	S66	S67	S68	S69	S70	S71	S72	S73	S74	S75	S76	S77	S78	S79	S80	S81	S82	S83	S84	S85	S86	S87	S88	S89	S90	S91	S92	S93	S94	S95	S96	S97	S98	S99	S100
ELABORADO POR: Ing. De Producción		APROBADO POR:		Ing. Residente		FIRMA:																																																																																						

Formato 3

PROYECTO:		LOOKAHEAD																											
"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO - JULI PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS REDES VIALES DEL DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO" (II ETAPA CONSTRUCCION DE ESTACIONAMIENTO, CERCO PERIMETRICO Y OFICINA DE ADMINISTRACION)		INGENIERIA																											
TIPO DE PROYECTO:		EDIFICACIONES																											
AREA / DPTO:		DISTRITO DE JULI - PROVINCIA DE CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO																											
MES:		03																											
UBICACION:		DISTRITO DE JULI - PROVINCIA DE CHUCUITO - DEPARTAMENTO DE PUNO																											
CLIENTE:		Ing. Residente																											
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCION	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
01	Columnas De Concreto Armado	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
02	Acero	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
03	Encofrado	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
04	Concreto	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
05	Vigas De Concreto Armado	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
06	Acero	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
07	Encofrado	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
08	Concreto	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
09	Muros Y Tabiques De Albanileria	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
10	Control y verificación	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
11	Colocación del mortero	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
12	Colocación de ladrillos	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85	S85
ELABORADO POR:		Ing. De Producción																											
APROBADO POR:		Ing. Residente																											
FIRMA:																													

C. Análisis de restricciones: Obra “Mejoramiento de los servicios de Educación de la I.E.I. N° 787 de Vilcallamas Abajo del distrito de Pisacoma - Provincia Chucuito – Departamento de Puno”

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES						
PROYECTO: “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION DE LA I.E.I. N° 787 DE VILCALLAMAS ABAJO DEL DISTRITO DE PISACOMA - PROVINCIA CHUCUITO – DEPARTAMENTO DE PUNO”						
Cantidad	Und.	Actividad	Día que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Día Requerida en Obra	Responsable
		Columnas De Concreto Armado				
250.00	kg	Acero	Día 1 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 2 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 3
		Vigas De Concreto Armado				
250.00	kg	Acero	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 18 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 19 - mes 1	Operario 3
		Muros Y Tabiques De Albañilería				
9.50	glb	Control y verificación	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	glb	Colocación del mortero	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	m2	Colocación de ladrillos	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
ELABORADO POR:				FIRMA:		
Ing. De Producción				Ing. Residente		

D. Análisis de restricciones: Obra: "Mejoramiento de la capacidad operativa de la Municipalidad Provincial Chucuito – Juli, para el mantenimiento de las redes viales del Distrito de Juli, Provincia de Chucuito – Puno" (II Etapa construcción de estacionamiento, cerco perimétrico y oficina administrativa)

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES						
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD OPERATIVA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO – JULI, PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS REDES VIALES DEL DISTRITO DE JULI, PROVINCIA DE CHUCUITO – PUNO" (II ETAPA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONAMIENTO, CERCO PERIMÉTRICO Y OFICINA ADMINISTRATIVA)						
Cantidad	Und.	Actividad	Día que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Día Requerida en Obra	Responsable
		Columnas De Concreto Armado				
250.00	kg	Acero	Día 1 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 2 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 2 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 3 - mes 1	Operario 3
		Vigas De Concreto Armado				
250.00	kg	Acero	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de acero corrugado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 1
14.00	m2	Encofrado	Día 17 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de madera para encofrado e inadecuada distribución de personal	Día 18 - mes 1	Operario 2
12.00	m3	Concreto	Día 18 - mes 1	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para mezcla de concreto e inadecuada distribución de personal	Día 19 - mes 1	Operario 3
		Muros Y Tabiques De Albañilería				
9.50	glb	Control y verificación	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	glb	Colocación del mortero	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
9.50	m2	Colocación de ladrillos	Día 11 - mes 2	Esperas, Trabajo rehecho, falta de material para muros e inadecuada distribución de personal	Día 12 - mes 2	Operario 1
ELABORADO POR:			APROBADO POR:	FIRMA:		
Ing. De Producción			Ing. Residente			

E. Flujo de proceso 1

Nivel general de actividad: Columnas de concreto armado

Nivel general de actividad: Vigas de concreto armado

FLUJO	CÓDIGO DE FLUJO	TIEMPO
Armadura de acero	AA	TP
Encofrado y desencofrado	ED	
Vaciado de concreto	VC	
Transporte	T	TC
Apoyo	A	
Información	I	
Mediciones	M	
Limpieza	L	
Otros contributorios	OC	
Viajes	V	TNC
Esperas	E	
Tiempo ocioso	O	
Trabajo rehecho	R	
Otros no contributorios	ONC	

F. Flujo de proceso 2

Nivel general de actividad: Muros y tabiques de albañilería

FLUJO	CÓDIGO DE FLUJO	TIEMPO
Control y verificación	CV	TP
Colocación del mortero	CM	
Colocación de ladrillos	CL	
Transporte	T	TC
Apoyo	A	
Información	I	
Mediciones	M	
Limpieza	L	
Otros contributorios	OC	
Viajes	V	TNC

FLUJO	CÓDIGO DE FLUJO	TIEMPO
Esperas	E	
Tiempo ocioso	O	
Trabajo rehecho	R	
Otros no contributorios	ONC	

G. Reporte de IP: Partida - concreto F'C = 210 kg/cm² para columnas

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
Partida:	CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
Unidad:	m3				
Rendimiento:	12.00	m3/dia			
HH-Ppto:	7.99	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	40.00	39.00	39.95	39.90	39.95
HH real acum	40.00	79.00	118.95	158.85	198.80
Metrado actual	58.50	58.50	61.00	60.00	61.50
Metrado actual acum	58.50	117.00	178.00	238.00	299.50
IP real	0.68	0.67	0.65	0.67	0.65
IP real acum	0.68	0.68	0.67	0.67	0.66
IP meta	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
HH meta actual	38.95	38.95	40.62	39.95	40.95
HH meta acum	38.95	77.90	118.52	158.47	199.42
HH G/P actual	-1.05	-0.05	0.67	0.05	1.00
HH G/P acum	-1.05	-1.10	-0.43	-0.38	0.62
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

H. Reporte de IP: Partida - encofrado y desencofrado para columnas

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
Partida:	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS				
Unidad:	m2				
Rendimiento:	14.00	m2/dia			
HH-Ppto:	1.43	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	7.00	7.10	7.15	7.15	7.10
HH real acum	7.00	14.10	21.25	28.40	35.50
Metrado actual	65.00	71.00	71.00	69.00	72.50
Metrado actual acum	65.00	136.00	207.00	276.00	348.50
IP real	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
IP real acum	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
IP meta	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
HH meta actual	6.64	7.25	7.25	7.05	7.41
HH meta acum	6.64	13.89	21.14	28.19	35.60
HH G/P actual	-0.36	0.15	0.10	-0.10	0.31
HH G/P acum	-0.36	-0.21	-0.11	-0.21	0.10
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

I. Reporte de IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm2 para columnas

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
Partida:	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2				
Unidad:	kg				
Rendimiento:	250.00	kg/Dia			
HH-Ppto:	0.096	HH/Dia			

Reporte de IP: Columnas de concreto armado					
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	0.49	0.48	0.49	0.48	0.48
HH real acum	0.49	0.97	1.45	1.93	2.41
Metrado actual	1,240.00	1,265.00	1,260.00	1,265.00	1,270.00
Metrado actual acum	1,240.00	2,505.00	3,765.00	5,030.00	6,300.00
IP real	0.000391	0.000379	0.000385	0.000379	0.000374
IP real acum	0.000391	0.000385	0.000385	0.000384	0.000382
IP meta	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384
HH meta actual	0.48	0.49	0.48	0.49	0.49
HH meta acum	0.48	0.96	1.45	1.93	2.42
HH G/P actual	-0.01	0.01	-0.00	0.01	0.01
HH G/P acum	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.01
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

J. Reporte de IP: Partida - Concreto F'C=210 kg/cm² para vigas

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
Partida:	CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
Unidad:	m3				
Rendimiento:	12.00	m3/dia			
HH-Ppto:	7.99	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	39.50	39.95	39.95	39.90	39.95
HH real acum	39.50	79.45	119.40	159.30	199.25

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
Metrado actual	58.50	59.50	61.00	60.00	61.00
Metrado actual acum	58.50	118.00	179.00	239.00	300.00
IP real	0.68	0.67	0.65	0.67	0.65
IP real acum	0.68	0.67	0.67	0.67	0.66
IP meta	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
HH meta actual	38.95	39.62	40.62	39.95	40.62
HH meta acum	38.95	78.57	119.18	159.13	199.75
HH G/P actual	-0.55	-0.33	0.67	0.05	0.67
HH G/P acum	-0.55	-0.88	-0.22	-0.17	0.50
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

K. Reporte de IP: Partida - encofrado y desencofrado para vigas

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
Partida:	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS				
Unidad:	m2				
Rendimiento :	14.00	m2/dia			
HH-Ppto:	1.43	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	7.05	7.15	7.15	7.15	7.10
HH real acum	7.05	14.20	21.35	28.50	35.60
Metrado actual	67.50	71.00	70.00	70.50	72.50
Metrado actual acum	67.50	138.50	208.50	279.00	351.50
IP real	0.104	0.101	0.102	0.101	0.098
IP real acum	0.104	0.103	0.102	0.102	0.101
IP meta	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
HH meta actual	6.89	7.25	7.15	7.20	7.41
HH meta acum	6.89	14.15	21.30	28.50	35.90
HH G/P actual	-0.16	0.10	0.00	0.05	0.31
HH G/P acum	-0.16	-0.05	-0.05	-0.00	0.30
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

L. Reporte de IP: Partida - acero corrugado FY = 4200 kg/cm2 para vigas

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
Partida:	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2				
Unidad:	kg				
Rendimiento:	250.00	kg/Dia			
HH-Ppto:	0.096	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	0.49	0.48	0.49	0.48	0.48
HH real acum	0.49	0.97	1.45	1.93	2.41
Metrado actual	1,240.00	1,260.00	1,265.00	1,265.00	1,265.00
Metrado actual acum	1,240.00	2,500.00	3,765.00	5,030.00	6,295.00
IP real	0.000391	0.000381	0.000383	0.000379	0.000379
IP real acum	0.000391	0.000386	0.000385	0.000384	0.000383
IP meta	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384	0.000384
HH meta actual	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49
HH meta acum	0.48	0.96	1.45	1.93	2.42

Reporte de IP: Vigas de concreto armado					
HH G/P actual	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
HH G/P acum	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	0.01
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

M. Reporte de IP: Partida - muros y tabiques de albañilería

Reporte de IP: Muros y tabiques de albañilería					
Partida:	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				
Unidad:	m2				
Rendimiento:	9.50	m2/Dia			
HH-Ppto:	1.26	HH/Dia			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5
HH real	6.25	6.30	6.30	6.30	6.25
HH real acum	6.25	12.55	18.85	25.15	31.40
Metrado actual	46.50	48.00	47.50	46.50	48.50
Metrado actual acum	46.50	94.50	142.00	188.50	237.00
IP real	0.134	0.131	0.133	0.135	0.129
IP real acum	0.134	0.133	0.133	0.133	0.132
IP meta	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
HH meta actual	6.17	6.37	6.30	6.17	6.43
HH meta acum	6.17	12.53	18.83	25.00	31.43
HH G/P actual	-0.08	0.07	0.00	-0.13	0.18
HH G/P acum	-0.08	-0.02	-0.02	-0.15	0.03
HH G/P al cierre	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo 6. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo **RONALD RAMON CASTILLO PINTO** identificado(a) con N° DNI: **43763346** en mi condición de egresado(a) de la:

MAESTRÍA EN ECONOMÍA CON MENCIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

con código de matrícula N° 142544, informo que he elaborado la tesis denominada:

“ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN APLICANDO LEAN CONSTRUCTION BASADO EN RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA – PUNO – 2022 - 2023”.

Es un tema original.

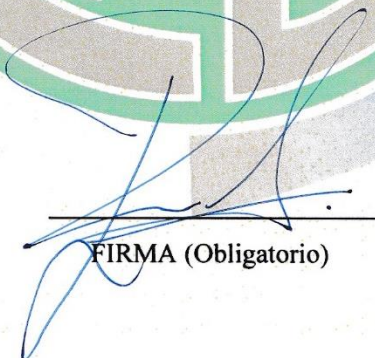
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno, 10 de Septiembre del 2024.



FIRMA (Obligatorio)



Huella

Anexo 7. Autorización para el depósito repositorio institucional



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo **RONALD RAMON CASTILLO PINTO** identificado(a) con N° DNI: **43763346**, en mi condición de egresado(a) del **Programa de Maestría o Doctorado: MAESTRÍA EN ECONOMÍA CON MENCIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS**, informo que he elaborado la tesis denominada:

“ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN APLICANDO LEAN CONSTRUCTION BASADO EN RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA – PUNO – 2022 - 2023”.

para la obtención de **Grado.**

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno, 10 de Septiembre del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella