



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE
LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE
ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES
EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE
LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE
ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES
EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

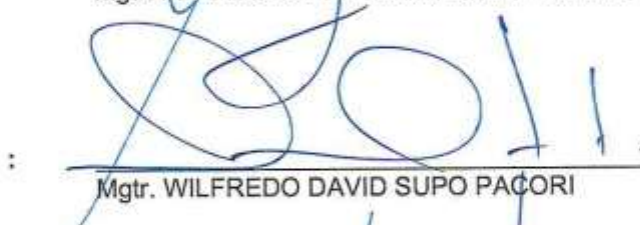
PRIMER MIEMBRO

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. WILFREDO DAVID SUO PACORI

ASESOR DE TESIS

:


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1542-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12047 presentado por el (la) Bachiller: **JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **1er Miembro** : Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : Mgr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 27 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 09:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE GALLA
DECANO (R)
CIP 32730



Dr. Fritz Willy Solumani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1290-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 15 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-9567 por el señor (a): **JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), el **PROVEIDO - N° 955-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 133 - 2025 del integrante del comité de investigación 1290 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 133 - 2025 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la), M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. OSCAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32730
cc:
Archivo
interesado (a)


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Erik Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 986-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 03 de setiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 2180, presentado por el señor (a) JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 725 -2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 092-2025 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 092-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc:
Archivo 2025
Interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. J. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. FRIEDWILLY MANANI APOSA
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTI...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:553753329

Fecha de entrega

6 feb 2026, 11:14 GMT-5

Fecha de descarga

9 feb 2026, 11:34 GMT-5

Nombre del archivo

T036_70117101_T.docx

Tamaño del archivo

18.5 MB

144 páginas

27.620 palabras

147.457 caracteres



TESIS UANCV

13% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÚNGARO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70117101
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-3801-4263
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02428673
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azángaro Distrito: Azángaro Latitud: S 14° 54' 35" Longitud: O 70° 50' 50"  https://maps.app.goo.gl/dkugBgkTMhLihxp59
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 – Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
Dr. César O. Camargo Najjar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA, identificado con DNI
Nro. 70117101, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS

DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

Asesorado por: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Es un tema original.

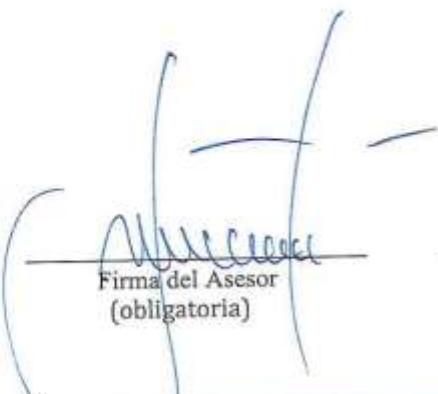
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales,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

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 29 de diciembre del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

A mi familia, por ser mi fuente constante de amor y apoyo incondicional. A mis amigos, que siempre estuvieron a mi lado en los momentos difíciles y celebraron mis logros. Y a todos aquellos que, de alguna manera, contribuyeron a este logro. Este trabajo es para ustedes, por su paciencia, su aliento y su confianza.



AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a todos los que han sido parte de este proceso. A mis docentes, por compartir su sabiduría y guiarme en cada paso. A mis compañeros, por su apoyo y colaboración. Y, sobre todo, a mi familia, que siempre creyó en mí, dándome la fuerza para seguir adelante. Este logro es de todos ustedes.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática.....	12
1.2	Planteamiento del problema.....	14
1.2.1	Problema general	14
1.2.2	Problemas específicos.....	14
1.3	Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1	Objetivo general	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	15
1.4	Justificación de la investigación	15
1.4.1	Justificación técnica.....	15
1.4.2	Justificación económica.....	16
1.4.3	Justificación social	16
1.4.4	Justificación ambiental.....	17
1.5	Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1	Hipótesis general	17
1.5.2	Hipótesis específicas.....	18
1.6	Variables e indicadores.....	18
1.6.1	Variable independiente	18
1.6.2	Variable dependiente.....	18
1.7	Operacionalización de variables.....	19



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	20
2.1.1	Antecedentes internacionales	20
2.1.2	Antecedente nacional	23
2.1.3	Antecedente de ámbito local	26
2.2	Bases teóricas	27
2.2.1	La Carta Balance	27
2.2.1.1	Definición y Origen de las Cartas Balance	27
2.2.1.2	Principales Características de las Cartas Balance	28
2.2.1.3	Aplicación de las Cartas Balance en Proyectos de Construcción	29
2.2.2	La Productividad en la Construcción	30
2.2.2.1	Definición de Productividad en Proyectos de Construcción	32
2.2.2.2	Factores que Afectan la Productividad Laboral	34
2.2.3	Rendimiento y eficiencia	36
2.2.4	Enfoques de Gestión de Proyectos en la Construcción	40
2.2.4.1	Gestión de Proyectos y Herramientas de Planificación	41
2.2.4.2	Integración de las Cartas Balance con el Método de la Ruta Crítica (CPM)	43
2.2.5	Metodologías para la Mejora de la Productividad Laboral	45
2.2.5.1	Lean Construction y su Aplicación en la Construcción	46
2.2.5.2	Técnicas de Optimización de Recursos Humanos y Materiales	48
2.3	Marco conceptual	51

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de investigación	54
3.2	Tipo de investigación	54
3.3	Nivel de investigación	55
3.4	Diseño de la investigación	55
3.5	Método de la investigación	56
3.6	Población y muestra de la investigación	56
3.6.1	Población	56
3.6.2	Muestra	57
3.6.3	Tipo de muro apreciados en las viviendas	59
3.7	Técnicas e instrumentos	59
3.7.1	Técnicas	59



3.7.2 Instrumentos.....	62
3.8 Validación y confiabilidad del instrumento	65
3.9 Procedimiento y recolección de datos	66
3.10 Identificación de los rendimientos	68
3.11 Procesamiento de datos y análisis	70

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Información general del proyecto de estudio	72
4.1.1 Estado en el que se encontró las obras de asentado de muros.....	74
4.1.2 Aplicación de la carta balance	76
4.1.2.1 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 1)	76
4.1.2.2 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 2)	80
4.1.2.3 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 3)	84
4.1.2.4 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 4)	88
4.1.3 Comparativa del antes y después de la aplicación de la carta balance.....	91
4.2 Discusión de resultados	94
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
ANEXOS	109



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	19
Tabla 2 Rendimiento según CAPECO	37
Tabla 3 Locaciones donde se realizó la partida de asentado de muros	58
Tabla 4 Resumen de procedimientos	69
Tabla 5 Estado en el que se encontró las obras con respecto a la partida de asentado ..	74
Tabla 6 Acciones realizadas en el desarrollo de la partida	76
Tabla 7 Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 1	77
Tabla 8 Conteo de actividades observadas durante la evaluación.....	78
Tabla 9 Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 1	79
Tabla 10 Acciones realizadas en el desarrollo de la partida	80
Tabla 11 Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 2	81
Tabla 12 Total de actividades realizadas en el transcurso de la partida	82
Tabla 13 Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 2	83
Tabla 14 Acciones realizadas en el desarrollo de la partida	84
Tabla 15 Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 3	84
Tabla 16 Total de actividades realizadas en el transcurso de la partida	85
Tabla 17 Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 3	86
Tabla 18 Acciones realizadas en el desarrollo de la partida	88
Tabla 19 Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 4	88
Tabla 20 Total de actividades realizadas en el transcurso de la partida	89
Tabla 21 Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 4	90
Tabla 22 Contraste en la productividad entre los trabajos convencionales y los optimizados	92



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Localidad de Azángaro</i>	57
Figura 2 <i>Observación del trabajo de la cuadrilla</i>	60
Figura 3 <i>Toma de tiempos (equipo celular)</i>	61
Figura 4 <i>Formato de registro de actividades</i>	63
Figura 5 <i>Trabajos de asentado de muros</i>	73
Figura 6 <i>Ingreso de la ciudad de Azángaro</i>	73
Figura 7 <i>Comparativa de los valores recabados</i>	75
Figura 8 <i>Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 1</i>	78
Figura 9 <i>Cifras porcentuales globales de la obra 1 con la aplicación de la carta balance</i>	79
Figura 10 <i>Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 2</i>	82
Figura 11 <i>Cifras porcentuales globales de la obra 2 con la aplicación de la carta balance</i>	83
Figura 12 <i>Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 3</i>	86
Figura 13 <i>Cifras porcentuales globales de la obra 3 con la aplicación de la carta balance</i>	87
Figura 14 <i>Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 4</i>	90
Figura 15 <i>Cifras porcentuales globales de la obra 4 con la aplicación de la carta balance</i>	91
Figura 16 <i>Porcentajes generales en cuanto al cumplimiento de labores en obras de asentado de muros</i>	93



RESUMEN

La investigación titulada "Influencia de la aplicación de cartas balance sobre la productividad de mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro 2025", el objetivo del estudio fue analizar la influencia de la carta balance en la productividad de la mano de obra, evaluando su efecto en el rendimiento de los trabajadores en la partida de asentado de muros, y determinando la variación en la productividad con y sin su aplicación. La metodología sigue un enfoque mixto, tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental y método científico. Los resultados indicaron una mejora significativa en la productividad, pasando del 61.59% al 77.14%, y una reducción en el incumplimiento de 38.41% a 22.86%, lo que demuestra que la carta balance optimiza la productividad de la mano de obra y reduce el incumplimiento. En conclusión, la aplicación de la carta balance tiene un impacto positivo en la mejora de la productividad y en la disminución de los incumplimientos, lo que sugiere su efectividad en la optimización de los procesos de trabajo en la construcción de muros, incentivando su implementación continua en futuras obras de construcción y su evaluación en otras partidas y contextos para garantizar su efectividad en diversos entornos.

Palabras Clave: Asentado de muros, carta balance, mano de obra, productividad.



ABSTRACT

The research, titled "Influence of the Application of Balance Charts on Labor Productivity in the Wall Construction Task of Building Projects in the Province of Azángaro 2025," aimed to analyze the influence of balance charts on labor productivity. The study evaluated their effect on worker performance in the wall construction task and determined the variation in productivity with and without their application. The methodology employed a mixed-methods approach, specifically an applied research approach at an explanatory level, with an experimental design and the scientific method. The results indicated a significant improvement in productivity, increasing from 61.59% to 77.14%, and a reduction in non-compliance from 38.41% to 22.86%, demonstrating that the balance chart optimizes labor productivity and reduces non-compliance. In conclusion, the application of the balance chart has a positive impact on improving productivity and reducing non-compliance, suggesting its effectiveness in optimizing work processes in wall construction. This encourages its continued implementation in future construction projects and its evaluation in other areas and contexts to ensure its effectiveness in diverse environments.

Keywords: Wall construction, balance sheet, labor, productivity.



INTRODUCCIÓN

Además, en la industria de la construcción, todavía hay problemas en cuanto a la optimización de los recursos y la productividad. También, en lo relacionado al proceso edificio, la cuestión de la eficiencia de la mano de obra es importante para una preparación del proyecto con un presupuesto y un plazo establecido. En el aspecto de la organización del trabajo y su resultado, es posible atender mejor al primer problema a través de la herramienta de la gestión moderna como las Cartas Balance. Así, la carta balance es un diagrama que contienen actividades que unen estar equilibradas. Es decir, es un plan semanal de las actividades de los trabajadores que deben rellenar las tareas lo más equilibrados posibles. Entonces, en cuanto al empleo en la industria de la construcción, este indicador puede atender significativamente.

El presente estudio tiene como objetivo analizar la influencia de las cartas balance en la productividad de la mano de obra durante la partida de asentado de muros en obras de edificación, específicamente en la provincia de Azángaro, durante el año 2025. Los objetivos específicos son: (1) determinar la productividad promedio de la mano de obra en el asentado de muros; (2) evaluar la influencia de la aplicación de cartas balance en dicha productividad; y (3) comparar los resultados obtenidos con los métodos tradicionales.

En cuanto al enfoque, la presente investigación es cuantitativa de tipo aplicado y nivel explicativo toda vez que pretende determinar la relación entre las cartas balance y productividad. De argumento no experimental pues no se manipula ninguna variable la cual es observada tomando en cuenta su ambiente natural. Se también el método científico y técnicas estadísticas para el análisis de datos continuos. Para ello, se recolectan datos para probar la validez de la hipótesis y medir el efecto de las cartas balance en la productividad en obras de edificación.

La tesis consta de 4 capítulos:



Capítulo I: En esta sección, se le informa al lector sobre el problema en estudio, el fondo, los objetivos, la justificación del estudio. En particular, la sección señala la relevancia de la productividad en la industria de la construcción, y más específicamente para las labores de construcción. Luego se presentan los objetivos y el contexto en el que los diagramas de balance sirven como herramienta de administración.

Capítulo II: En este capítulo es en donde se enmarcará la investigación. Se proveen definiciones de los términos claves pertinentes a la construcción, la mano de obra y la productividad del balance general. Este estudio se base conceptualmente en una revisión de investigaciones previas sobre su implementación y su efecto en la productividad laboral.

Capítulo III: Precise el enfoque elegido. Defina la metodología y diseño. Para determinar cómo los balances generales influyen en la producción, se deben coleccionar datos objetivos.

Capítulo IV: Terminando, este trabajo discute los resultados en detalle, proporcionando gráficos, tablas y comparaciones de ambos métodos, el tradicional y el nuevo que utilizan balances generales. También, con los resultados a la mano, se puede argumentar las implicaciones y dar algunas ideas para futuras investigaciones y para los administradores de obra en mejorar la eficiencia en la actividad de construir.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En todo el mundo, la industria de la construcción se enfrenta a desafíos importantes en lo que respecta a la productividad de la mano de obra. A pesar de los avances tecnológicos y las innovaciones en gestión de proyectos, en muchos países, la productividad de la construcción de edificios sigue siendo baja. La falta de planificación, la mala organización en la dirección de los recursos humanos, la falta de las herramientas adecuadas para optimización de procesos y factores similares determinan esta dinámica. La construcción es uno de los sectores menos automatizados y digitalizados, lo que resulta en una productividad relativamente baja. Debido a la cada vez mayor complejidad de las construcciones y los mayores estándares de calidad y duración, los métodos de gestión visual con la planificación, como las cartas balance, se convierten en una de las mejores maneras de mejorar la organización del trabajo y, como consecuencia, la productividad. Sin embargo, estas herramientas se adoptan de manera desigual en diferentes países. En muchos mercados en desarrollo, como el país de origen del autor, la falta de voluntad para cambiar y no evitar capacitación limita la implementación del método. (Li et al. 2020).

En el caso de Perú, la construcción sigue siendo uno de los sectores más importantes para el desarrollo económico. Dado que en algunas regiones, como la provincia de Azángaro, simplemente no hay otras oportunidades de obtener fondos para desarrollar la infraestructura local, la construcción es la única solución. Sin embargo, una de las razones por las que en el nivel nacional la construcción de viviendas enfrenta uno de los conjuntos de problemas más amplios es la productividad del trabajo insatisfactoria. Según los estudios y el análisis de reportes, la mayoría de las empresas constructoras trabajan de acuerdo con las mismas prácticas que hace diez años. Por lo general, la combinación de equipo insuficiente, planificación incorrecta y gestión ineficaz conduce a un trabajo mal organizado, ejecución lenta y costes más altos de lo necesario. Introducir herramientas de gestión modernas, como las cartas balance, puede mejorar la situación de manera efectiva. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha utilizado ampliamente y con la máxima eficacia. Significa que la mayoría de las empresas continuarán retrocediendo y desarrollando lentamente a menos que haya una innovación significativa en la gestión construcción. (Koskela et al. 2019).

En la provincia de Azángaro, situada en la región de Puno, la construcción en sí se enfrenta con los desafíos relacionados. La industria de la edificación en esta región se caracteriza por un bajo nivel de infraestructura, poca formación entre operarios y nula aplicación de herramientas avanzadas de gestión. Por ejemplo, la organización de la colocación de paredes construidas es una alta prioridad y el número de tarea durante el proceso de construcción, y, sin embargo, rara vez se lleva a cabo de manera organizada y con el uso adecuado de los recursos humanos. A pesar de la adopción e implementación de cartas balance en otras partes de Perú, esta metodología sigue siendo poco usada y desconocida en Azángaro. La determinación del bajo nivel de productividad en la construcción local disminuye el ritmo de trabajo y aumenta el coste del proyecto. Esta situación podría abrir una oportunidad clara para la implementación de nuevas herramientas de gestión que se apliquen para aumentar el rendimiento, acelerar la entrega del trabajo y disminuir los costes. La implementación de cartas balance en la provincia

podría cambiar drásticamente la forma de gestión de los proyectos de construcción y mejorar la productividad en la región.. (Rojas, 2020).

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la influencia de la aplicación de cartas balance sobre la productividad de mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro 2025?

1.2.2 *Problemas específicos.*

1. ¿Cuál es la productividad promedio de mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro?
2. ¿De qué manera la aplicación de cartas balance influye en la productividad de la mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro?
3. ¿Cuál es la variación de la productividad de mano de obra de manera tradicional y con la aplicación de cartas balance en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 *Objetivo general*

Analizar la influencia de la aplicación de cartas balance sobre la productividad de mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar la productividad promedio de mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro.
2. Explicar el efecto de la aplicación de cartas balance influye en la productividad de la mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro.
3. Analizar la variación de la productividad de mano de obra de manera tradicional y con la aplicación de cartas balance en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

Desde el punto de vista técnico, el sector de la construcción enfrenta desafíos constantes en cuanto a la eficiencia en el uso de recursos humanos y materiales. El asentado de muros, siendo una de las partidas más importantes en obras de edificación, requiere de una correcta planificación y organización de la mano de obra para asegurar su correcta ejecución en los plazos establecidos. En resumen, la causa fundamental de la baja productividad ha sido la falta de modernos instrumentos de gestión y planificación. El uso de diagramas de equilibrio como un instrumento visual de planificación puede conducir a una mejor asignación de tareas, hacer frente a la inactividad de los trabajadores y mejorar la cooperación entre grupos. En general, las sugerencias sobre la eficiencia de una herramienta visual para una actividad tan importante para la construcción como es la planificación de una pieza brindan un alto valor técnico. Por lo tanto, esta tecnología estará bien fundamentada en términos de su adopción por el sector. Finalmente, también hay oportunidades para crear una solución más integral y eficiente investigando formas de combinar con otros instrumentos técnicos.

1.4.2 Justificación económica

Sin embargo, una industria de la construcción más productiva también podría beneficiar a largo plazo a las empresas, lo que, a su vez, beneficia a los contratistas, los empleados y la economía en general. Los trabajadores ineficaces y la pérdida de tiempo son responsables de una gran parte de los gastos operativos en la construcción de edificios; mientras tanto, la elaboración de gráficos de balance podría ayudar a identificar el uso ineficiente de mano de obra y material en la construcción de muros, lo que permitiría un uso más eficiente y económico de ambos. La reducción de los costos de construcción es tan solo uno de los muchos efectos secundarios de aumentar la productividad en este ámbito, que, aplicado a una escala suficientemente grande, podría dar lugar a un ciclo económico; por ejemplo, permite finalizar más proyectos de lo previsto más rápidamente, lo que a su vez fomenta el crecimiento interno y atrae a más inversores. Por lo tanto, mi investigación contribuirá a la comprensión de cómo los sistemas de gestión contemporáneos pueden aumentar tanto la eficiencia como el ahorro.

1.4.3 Justificación social

El uso de los diagramas de equilibrios de tareas puede mejorar notablemente la calidad de las condiciones laborales de los trabajadores de la construcción, lo que es una contribución social. Al optimizar sus procedimientos, las empresas se vuelven más productivas y proporcionan a sus empleados un espacio de trabajo más agradable. La inversa de disminuir el tiempo para hacer que los trabajadores permanezcan ociosos e incómodos con lo que tienen que hacer es directamente visible desde el ahorro de tiempo o el número reducido de errores en la asignación de tareas. Si la oficina está en condiciones, los empleados estarán más comprometidos con su lugar de trabajo y, por lo tanto, será más fácil mantenerlos ocupados. Además, la aportación social radica en la oportunidad de aplicar los diagramas de equilibrios de tareas a los trabajadores de la construcción en un contexto práctico por primera vez. Podría ser la evolución que necesita el sector para aprender más habilidades y competencias. Mayor seguridad laboral y

salarios más altos son algunas de las posibles consecuencias de los acontecimientos del implante de prácticas administrativas avanzadas en el sector de la construcción. Este acontecimiento se produciría a lo largo de las comunidades locales y representaría un cambio en la forma de crecimiento.

1.4.4 Justificación ambiental

Finalmente, considerando las implicancias ambientales, el aumento de productividad y eficiencia en la construcción puede impactar positivamente en la sostenibilidad del sector. Utilizando métodos que optimizan la planificación y utilización de recursos, se busca disminuir la cantidad de material desperdiciado, para disminuir el impacto medioambiental. La ejecución en forma completamente satisfactoria de las partidas de cimiento de muro, gracias al uso de cartas balance, permitirá tener un mayor control sobre los materiales utilizados, evitando la extracción desmedida de recursos naturales. A su vez, la mejor coordinación entre los trabajadores disminuirá el tiempo que pasan expuestos a agentes perjudiciales del medio ambiente, como la polución o el uso innecesario de energía en la obra. Al establecer que la implementación de las herramientas de gestión de última generación puede mejorar la eficiencia y disminuir el impacto ambiental, este estudio tiene la capacidad de promover un comportamiento más sostenible en la construcción, lo que contribuye a los estándares internacionales de sostenibilidad mediante la promoción del bienestar de la tierra ya que cuenta con los métodos de la teoría del bienestar para promover beneficios mediante prácticas sostenibles.

1.5 Hipótesis de la investigación.

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación de cartas balance en la partida de asentado de muros en obras de edificación en la provincia de Azángaro incrementará significativamente la productividad de la mano de obra en comparación con los métodos tradicionales utilizados actualmente.



1.5.2 Hipótesis específicas.

1. La productividad promedio de la mano de obra en la partida de asentado de muros en la condición tradicional, es inferior al estándar de rendimiento de la construcción.
2. La aplicación de las Cartas Balance generará un incremento significativo en la productividad de la mano de obra en la partida de asentado de muros, respecto al rendimiento tradicional.
3. La variación en la productividad de la mano de obra será significativamente mayor cuando se utilicen cartas balance en lugar de los métodos tradicionales en la partida de asentado de muros en obras de edificación.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable independiente

Carta balance

Indicadores:

- Trabajos productivos
- Trabajos contributivos
- Trabajos no contributivos

1.6.2 Variable dependiente

Productividad de mano de obra

Indicadores:

- Porcentaje de trabajos rentables, colaborativos e infructuosos

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
CARTA BALANCE	Facilita la planificación y supervisión eficaz de los recursos y metas dentro de un proyecto, permitiendo optimizar la toma de decisiones basadas en un análisis continuo de la ejecución y el rendimiento en diversas áreas del proyecto.	Planificación	- % de actividades evaluadas con cartas balance.	0-49%: Bajo	Fichas de observación y formatos de carta balance.	Categórico: nominal (dos categorías: con / sin carta balance).
		Trabajos realizados		50-79%: Medio 80-100%: Alto.		
Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	La eficiencia de la mano de obra hace referencia a cómo los trabajadores aprovechan sus habilidades y tiempo para completar las tareas en un proyecto, maximizando el rendimiento en función de la cantidad de trabajo.	Obra de calles Obra de veredas	% TP = minutos TP / minutos totales × 100; % TC = minutos TC / minutos totales × 100; % TNC = minutos TNC / minutos totales × 100.	Porcentajes de TP, TC y TNC entre 0% y 100% antes y después de la carta balance.	Formatos de carta balance, cronómetro y hojas de cálculo.	Númerico: continua (porcentajes en escala 0–100).



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Pérez et al. (2019) en su trabajo titulado "Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling", Según este estudio, los proyectos de construcción de vivienda social en Torreón, Coahuila, México, podrían beneficiarse de la aplicación de métodos de vanguardia en gestión de proyectos, como la Construcción Esbelta y el Modelado de Información de la Construcción (BIM). Para estas viviendas, con una superficie máxima de 42.50 m² y un límite máximo de financiación de 200 salarios mínimos, el objetivo principal es evaluar las ventajas derivadas de la reducción de costes y la optimización de los plazos de construcción. Durante las fases de planificación y ejecución, se utilizaron datos de productividad empírica para crear diagramas de equilibrio que midieron el rendimiento laboral y la eficiencia del proyecto. Los hallazgos dieron lugar a la creación de un nuevo modelo de supervisión que utiliza técnicas BIM. Se creó un modelo de información de la construcción en cuatro dimensiones combinando un exhaustivo estudio de productividad en Navisworks con una simulación tridimensional de viviendas en Revit. Mejorar la eficiencia y el control de los plazos en proyectos de pequeña escala es el objetivo principal de esta investigación, que busca

optimizar la planificación del proceso de construcción mediante una técnica organizada y estratégica. Con el fin de tomar decisiones y gestionar recursos de manera más efectiva en función del desempeño de la industria, se proporcionan planes de acción para aumentar la producción física de estos proyectos.

Además, Pérez y Ramírez (2022) en su trabajo titulado “Aplicación de cartas balance para mejorar la productividad de mano de obra en la albañilería estructural de edificios multifamiliares en Bogotá, Colombia” El objetivo de este estudio fue examinar tres proyectos de construcción multifamiliar de 8 a 10 pisos en Bogotá para ver cómo el uso de tablas de equilibrio afectó la eficiencia de los trabajadores durante la instalación de muros de mampostería estructural (Colombia, durante un estudio de 12 semanas; para lograr esto, se empleó un diseño cuasiexperimental, con mediciones tomadas antes y después de la intervención. El estudio involucró a 36 operadores, distribuidos uniformemente entre los equipos. En la primera fase, que duró cuatro semanas, se registró una línea base sin el uso de tablas de equilibrio. Esto se logró a través del muestreo de trabajo y hojas de control de tiempo, que permitieron la clasificación del trabajo en Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP). El rendimiento se calculó en términos de metros cuadrados de muro colocado por hora-hombre. La segunda fase duró dos semanas e implicó enseñar a los residentes y capataces cómo usar las tablas de equilibrio. Durante este tiempo, se definieron secuencias estándar de actividades, que incluyen el diseño, la humectación de las unidades, la preparación del mortero, el fraguado, el control de plomada y nivel, y la limpieza. Luego, en la tercera fase, que duró seis semanas, se Durante semanas, las tablas de balance se aplicaron sistemáticamente en tres proyectos. Durante esta fase, se registró el desempeño laboral, y el porcentaje de cumplimiento de las tablas varió entre el 84% y el 91%, según el proyecto. Tras la intervención, los resultados demostraron un aumento del TP del 46% al 63% y una disminución del TNP del 32% al 18%. El rendimiento también mejoró, pasando de 3,2 m²/hh a 4,1 m²/hh, lo que equivalió a un aumento de la productividad de aproximadamente el

28%. Por lo tanto, los hallazgos del estudio sugieren que el uso de tablas de balance como herramienta de planificación y control operativo puede optimizar la utilización de la mano de obra, disminuir el tiempo improductivo y mejorar el rendimiento durante la etapa de colocación de muros. También sugiere sistematizar su implementación en etapas repetitivas de albañilería y adaptarla a otros procesos constructivos.

Finalmente, para Rosas y Martínez (2018) en su estudio "Implementación de cartas balance para optimizar la productividad de cuadrillas en edificaciones de uso mixto en Ciudad de Juárez" El objetivo era determinar cómo el uso de tablas de equilibrio afectaba la productividad de los trabajadores que colocaban muros de bloques de concreto en dos edificios de uso mixto de 12 y 14 pisos construidos por una empresa privada en Ciudad Juárez. Con 42 participantes distribuidos en 6 cuadrillas de albañiles y ayudantes, los investigadores realizaron un estudio cuasiexperimental de 14 semanas con evaluaciones previas y posteriores a la implementación. Durante las primeras cuatro semanas, se midió la productividad sin el uso de tablas de equilibrio. Esto se logró mediante el seguimiento del tiempo de cada trabajador a lo largo del día utilizando formularios de muestreo de trabajo para categorizarlo como Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) o Tiempo No Productivo (TNP). Además, se utilizaron hojas de producción diarias para cuantificar el progreso en metros cuadrados de muro colocado por hora-hombre. La segunda fase duró dos semanas, y durante ese tiempo, creamos tablas de equilibrio detalladas para la fase de construcción del muro. Estos diagramas desglosaron cada paso del proceso, incluyendo la planificación, nivelación, preparación y transporte de mortero, colocación de unidades, verificación de plomada y nivel, y finalmente, limpieza. Dos ingenieros residentes y cuatro capataces recibieron capacitación en el uso de la herramienta, y se integró en la programación semanal y la planificación de varios frentes de trabajo a la vez. Al final de la tercera fase, que duró ocho semanas, los diagramas de balance se habían aplicado metódicamente, y el nivel promedio de cumplimiento con respecto a la secuencia y los tiempos programados fue del 87%. La producción aumentó

de 2.9 m²/h a 3.8 m²/h, mostrando un aumento del 31% en la productividad del trabajador; el trabajo total terminado (TP) pasó del 49% al 66%; y las actividades no relacionadas con el trabajo (NWP) se redujeron del 29% al 16%. Los resultados mostraron que la planificación operativa y el control de campo mejoraron con el uso de diagramas de balance, lo que también ayudó a estabilizar el flujo de trabajo a nivel de edificio, mejorar la coordinación del equipo y reducir los tiempos de espera de material. Sugirió que se utilicen en encofrados y acabados interiores, entre otras técnicas, y que se empleen de manera permanente en tareas repetidas de albañilería.

2.1.2 Antecedente nacional

Según, Tullume (2019) su tesis "Mejora de la productividad por medio de la herramienta Cartas Balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque", Utilizando la herramienta Balance Charts, este estudio busca mejorar la eficiencia laboral en un proyecto de vivienda multifamiliar en todas las etapas de construcción. Como parte de la metodología Lean Building, esta herramienta se utiliza para maximizar la eficiencia en cada tarea del proceso de construcción. El estudio se centra principalmente en el seguimiento meticuloso y continuo del rendimiento, la contribución y la duración de los fallos de cada tarea durante el proceso de construcción. Esto permite no solo detectar ineficiencias, sino también sugerir mejoras en los propios procesos. El estudio incluyó la recopilación de datos sobre las tareas del equipo operativo, el desglose del tiempo total dedicado a cada actividad y la identificación de las variables que contribuyen a las ganancias y pérdidas de productividad. El uso de Balance Charts para los elementos de construcción resultó en un aumento del 25% en el tiempo productivo y una reducción del 18% en el tiempo perdido, en comparación con el método anterior, más convencional. Además, se mejoró la coordinación del proceso de construcción, lo que se tradujo en un mejor cumplimiento de los plazos y una disminución de los gastos indirectos causados por tiempos de inactividad y retrasos. Al usar la herramienta, pudimos observar cómo la Construcción Lean, específicamente los Diagramas de Balance, mejora



la productividad operativa, la coordinación y la eficiencia. Por lo tanto, es evidente que el principio Lean ofrece beneficios reales en la industria de la construcción cuando se utiliza la herramienta Diagrama de Balance para la construcción de proyectos. Transforma por completo el entorno laboral.

Asimismo, Arbulu (2021) en la investigación titulada "Aplicación de la herramienta de cartas balance bajo un enfoque Lean Construction para mejorar la productividad en obra de la edificación Paseo Pacasmayo en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque" El objetivo principal de esta investigación es descubrir cómo emplear los principios de la Construcción Esbelta, como los Diagramas de Balance, para que un proyecto de mejoras en el hogar se desarrolle de forma más fluida y eficiente. La investigación incluyó una evaluación exhaustiva y continua de las operaciones realizadas en lugares de trabajo específicos dentro del Bloque A del Edificio Residencial Paseo Pacasmayo. El propósito del estudio fue identificar el tiempo dedicado a tareas productivas, contribuyentes e improductivas dentro del proceso de construcción. Para identificar las pérdidas de tiempo y las variables que impactan la productividad, se monitorearon y documentaron los tiempos de ejecución de cada trabajo. En la primera fase, debido principalmente a retrasos en el suministro de materiales y a la mala coordinación de tareas entre los equipos de trabajo, el tiempo productivo representó el 60% del tiempo total en las áreas de trabajo estructural, mientras que el tiempo contribuyente representó el 30% y el tiempo improductivo el 10%. El tiempo productivo aumentó un 22%, el tiempo contribuyente disminuyó un 12% y el tiempo improductivo disminuyó un 16% al aplicar la herramienta Diagramas de Balance y la mejora continua en la planificación de actividades. Esta mejora redujo los gastos indirectos causados por retrasos en la construcción, a la vez que optimizó el uso del tiempo y los recursos. Al finalizar el período de implementación, se demostró eficiencia operativa, incluyendo el cumplimiento de los plazos establecidos y una reducción del 18% en gastos adicionales de mano de obra, al comparar el modelo de construcción tradicional con la estrategia de Construcción Esbelta. El estudio sienta una base sólida



para futuras investigaciones y aplicaciones en la industria de la construcción, al demostrar que la combinación de Diagramas de Balance con el concepto de Construcción Esbelta es una herramienta poderosa para aumentar la productividad en los proyectos de edificación.

Finalmente, Nina (2021) en su investigación titulada "Análisis y evaluación de la productividad en la partida de encofrado en obras de construcción de edificaciones privadas ubicadas en la ciudad de Arequipa" Este estudio analizará y evaluará proyectos que involucren el encofrado de elementos verticales en la construcción de edificios privados en Arequipa. Para permitir la implementación de medidas correctivas y oportunidades para aumentar la productividad, es fundamental determinar los niveles actuales de productividad y comprender sus causas. El estudio comparó tres tipos de sistemas de encofrado de metal con placas, madera con paneles y encofrado de aluminio monolítico y tipos de elementos verticales en muros, losas y columnas. Los sistemas de encofrado de metal y madera se utilizan para los muros y las losas, mientras que el sistema de aluminio monolítico se utiliza para los muros. Se utilizó una tabla de proporciones y un diagrama de balance para compilar los resultados de los once proyectos de construcción individuales que componen la muestra. Con estos instrumentos, pudimos desglosar la distribución del tiempo de trabajo en el encofrado y evaluar la productividad en porcentajes y horas-hombre por metro cuadrado. Posteriormente, procesamos los datos y calculamos y examinamos la productividad total de la unidad de encofrado. Posteriormente, se comparó nuevamente la productividad del encofrado metálico con la del encofrado de madera y, posteriormente, con la del encofrado de aluminio monolítico. Posteriormente, se determinaron las razones de los niveles de producción entre medios y bajos de la unidad de encofrado y de cada tipo de encofrado. La reunión concluyó con sugerencias para impulsar la producción de esta unidad. Entre los hallazgos más importantes, se descubrió que la tarea de encofrado se realiza con un nivel de productividad medio, con un 38 % de trabajo productivo, un 45 % de trabajo contributivo, un 17 % de trabajo no contributivo y una tasa de 0,6406 hh/m². El estudio también identificó el transporte, los viajes, la

preparación de materiales y la limpieza de losas como las principales causas de este nivel medio de productividad. Los hallazgos y conclusiones son de gran relevancia para comprender y mejorar la productividad de esta tarea en obras privadas.

2.1.3 Antecedente de local

Según, Rojas (2020) en su investigación titulada "Aplicación de las Herramientas Lean Construction para la mejora de la Planificación en la Ejecución de la Obra Creación del Coliseo Cultural Polideportivo de la Localidad de Putina, Provincia de San Antonio de Putina, Puno", Tomando como ejemplos un coliseo cultural y una instalación deportiva en el municipio de Putina, Puno, esta investigación busca demostrar cómo la Construcción Esbelta puede mejorar los proyectos de edificación. Para abordar este problema, se empleó una estrategia cuantitativa basada en una metodología descriptiva y experimental. El proyecto abordó directamente 24 de los 61 temas enumerados en la documentación técnica. La influencia de los métodos adoptados se determinó mediante el análisis de estos elementos. Durante la ejecución, se utilizaron tecnologías de Construcción Esbelta como el Tren de Actividades, el Amortiguador de Tiempo, la Segmentación de Actividades, el análisis de los 5 Porqués y el Sistema de Último Planificador. Además de optimizar los procesos, estas tecnologías mejoraron la coordinación entre diversas tareas, lo que a su vez redujo las ineficiencias. Se observaron mejoras notables en la planificación y ejecución del proyecto en comparación con su desempeño antes y después de la intervención. Tras la aplicación de estas técnicas, los resultados mostraron un aumento del 17 % en el Porcentaje de Plan Completado, un aumento del 6 % en el Trabajo Productivo, un aumento del 3 % en el Trabajo Contributivo y una disminución del 8 % en el Trabajo No Contributivo. Los expertos y las empresas dedicadas al tema de estudio pueden utilizar este estudio como guía de referencia. Fomenta la adopción parcial o total de tácticas comparables en proyectos futuros para optimizar recursos y aumentar la eficiencia en las obras civiles.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 La Carta Balance

Un balance de cartas es una herramienta de planificación y control utilizada en la gestión de proyectos, en especial en la construcción, con el fin de programar las actividades repetitivas o que se desarrollan en paralelo, como sería la edificación de estructuras. Los balances de cartas representan gráficamente el tiempo que tarda cada tarea de un proyecto, permitiendo así a los gerentes de proyectos y a los equipos que surten al suministro que tienen las cargas de trabajo y los recursos a lo largo del tiempo en curso. (Jamil, 2016).

El concepto de "Carta Balance" se fundamenta en la idea de distribuir de una manera equilibrada ciertos recursos, como la mano de obra, entre las distintas actividades emprendidas en el marco del proyecto. De este modo, con ayuda de la herramienta CC, los líderes de proyecto pueden detectar los cuellos de botella o los malos repartimiento de recursos muy fácilmente sin mucho cálculo y, en consecuencia, tomar decisiones más acertadas para cambiar los plazos y recursos utilizados para que el proyecto siga eficientemente. (Jamil, 2016).

2.2.1.1 Definición y Origen de las Cartas Balance

Las primeras aplicaciones de los cronogramas de trabajo se dieron en la gestión de proyectos industriales y la planificación de la producción, con el objetivo de optimizar el tiempo y los recursos disponibles. Este programa se adaptó para su uso en la industria de la construcción con el fin de facilitar la programación de tareas repetitivas, como la cimentación de edificios o el montaje de componentes estructurales. Los cronogramas de trabajo han avanzado hasta el punto de poder integrarse en la gestión de proyectos a gran escala. Esto permite a los gerentes visualizar fácilmente el progreso de los proyectos y realizar los ajustes necesarios. (Howell y Koskela, 2015).

La función principal de un diagrama de balance de proyecto es facilitar el seguimiento de tareas al gerente de proyecto mediante la representación visual de las actividades según su duración e interdependencias. Al representar visualmente las etapas del proyecto y las interdependencias entre tareas, este tipo de herramienta puede ayudar a lograr un buen equilibrio entre las operaciones que consumen muchos recursos y las que se ejecutan en paralelo. (Howell y Koskela, 2015).

2.2.1.2 Principales Características de las Cartas Balance

Las cartas balance son una herramienta visual bastante útil, que nos permite ver cómo se distribuyen las actividades y los recursos a lo largo del tiempo en un proyecto. En este tipo de diagramas, tenemos el tiempo en el eje horizontal y los recursos o actividades en el vertical. Esto hace que sea mucho más fácil entender cómo se relacionan las tareas entre sí y cómo se distribuyen los recursos, todo de un vistazo (Vilca, 2015).

Una de las mejores cosas de las cartas balance es que ayudan a planificar cómo se usan los recursos, tanto humanos como materiales, de una manera equilibrada. Esto significa que podemos evitar sobrecargar alguna parte del equipo o dejar inactivos recursos que podrían estar trabajando en otras tareas, lo que ayuda a reducir tiempos muertos.

Otra ventaja es que no son tan complicadas como otras herramientas, como los diagramas de Gantt. Son fáciles de entender y de implementar, lo que las hace perfectas para proyectos donde hay muchas actividades y equipos trabajando al mismo tiempo, ya que la coordinación de los recursos es fundamental (Vilca, 2015).

Además, las cartas balance nos ayudan a detectar cuellos de botella, esos momentos en los que alguna actividad podría retrasar todo el proyecto. Al identificarlos de antemano, podemos tomar decisiones para evitar que eso pase y asegurarnos de que todo siga avanzando sin problemas (Tullume, 2019).

Por último, estas cartas son bastante flexibles. Se pueden ajustar a proyectos de cualquier tamaño y tipo, desde una pequeña obra hasta algo más grande y complejo, lo que permite personalizarlas según lo que cada proyecto necesite.

2.2.1.3 Aplicación de las Cartas Balance en Proyectos de Construcción

- Programación de Obras Repetitivas: En proyectos como la construcción de muros o sistemas de tuberías, las cartas balance ayudan a organizar las actividades de manera eficiente, para que tanto el tiempo como los recursos se aprovechen al máximo. Esto evita que alguna fase del proyecto se sobrecargue, manteniendo un flujo de trabajo constante y equilibrado (Guerreros, 2020).
- Mejora de la Coordinación de Tareas: Las cartas balance son súper útiles para mejorar la comunicación y coordinación entre los equipos. Al tener un diagrama visual de las actividades, se hace más fácil asignar tareas, sincronizar equipos y ver claramente los plazos para que todo avance sin problemas (Díaz et al., 2014).
- Ajuste de Recursos: En la construcción, distribuir bien los recursos (tanto humanos como materiales) puede ser complicado. Las cartas balance permiten hacer ajustes rápidos para asegurarse de que no falten recursos ni se desperdicie nada, manteniendo la productividad dentro del presupuesto y respetando los plazos.
- Optimización de la Secuenciación de Tareas: La clave para que un proyecto de construcción funcione bien es hacer las tareas en el orden correcto. Las cartas balance ayudan a planificar esto de forma que se eviten tiempos muertos entre actividades, lo que hace que todo fluya de manera más eficiente (Tala, 2024).

1. Beneficios de Usar Cartas Balance en Proyectos de Construcción

- Mejor Control de Tiempos: Las cartas balance ayudan a tener un control más claro sobre el tiempo de cada tarea y los recursos asignados. Gracias a su representación visual, es más fácil evitar retrasos innecesarios y mantener todo dentro del plazo (Gabillo y Mejía, 2015).
- Reducción de Desperdicios: Al organizar mejor los recursos, se minimiza el desperdicio tanto de materiales como de tiempo. Esto no solo hace que el proyecto sea más eficiente, sino que también contribuye a reducir costos y ser más sostenible (Pérez et al., 2019).
- Mayor Visibilidad en el Progreso del Proyecto: Las cartas balance brindan una vista clara y detallada de cómo avanza el proyecto, lo que facilita tomar decisiones rápidas y bien

informadas, además de resolver problemas antes de que se conviertan en algo más grande.

- Mejora en la Productividad de la Mano de Obra: Con una buena planificación y una distribución eficiente de recursos, las cartas balance ayudan a que las tareas se ejecuten de manera más fluida, lo que aumenta la productividad de los trabajadores y mejora el desempeño general del proyecto.

2. Limitaciones y Desafíos en el Uso de las Cartas Balance

Sin embargo, a pesar de las ventajas anteriores, las cartas balance también tienen sus desventajas. El primero de ellos es que estas cartas solo pueden ser efectivas si se le proporciona información precisa. En primer lugar, estas herramientas solo funcionan si las cifras de tiempo y recursos son precisas, lo que significa que si la planificación es incorrecta o se cometen errores al estimar recursos, los resultados serán negativos. En segundo lugar, las cartas balance pueden no ser adecuadas para proyectos especialmente complicados con numerosas actividades interdependientes, porque herramientas más avanzadas de planificación podrían ser más efectivas en este caso. (Pacaya, 2024).

2.2.2 La Productividad en la Construcción

La productividad en la construcción es la relación cuantitativa de la cantidad de trabajo o producto finalizado producido por un insumo sobre la base de un proyecto de construcción, ya sea en términos de tiempo, material y mano de obra. Es un indicador de alto nivel que mide la relevante eficacia de los recursos utilizados durante el proceso de construcción para producir resultados cuantificables. En términos sencillos, es la relación entre el resultado obtenido y los recursos necesarios para obtenerlo. Esto no se aplica únicamente a la cantidad de material, equipo y maquinaria usados; también se aplica a la mano de obra, el componente más crítico en los proyectos de construcción. La productividad, por lo tanto, se vuelve un parámetro significativo para calificar el éxito de cualquier proyecto de construcción en términos de costo, tiempo y calidad. (Pacaya, 2024).

Sin embargo, es una cómoda aproximación a la eficiencia del uso de los recursos disponibles, entre los que se encuentran los materiales, la maquinaria y los recursos humanos. Naturalmente, el aumento de la productividad en la construcción influencia positivamente los indicadores de rentabilidad y competitividad de las empresas constructoras. (Aslam et al. 2020).

1. Indicadores para Medir la Productividad en Construcción

- **Productividad de la Mano de Obra:** Cantidad de unidades de trabajo realizadas por la unidad de trabajo de un hombre. Puede ser cuantificado en metros cuadrados de muro asentado o cantidad de concreto vertido entre otros. Este indicador es clave para evaluar la eficiencia de los equipos de trabajo en relación con el tiempo invertido (Ballard et al. 2012).
- **Productividad del Material:** Porcentual de cumplimiento con la cantidad de material utilizado en comparación con el trabajo completo. Este indicador es imprescindible para el problema del uso excesivo de materiales, que es uno de los más comunes en la industria. Un buen manejo de los recursos materiales puede reducir los costos y mejorar la rentabilidad de la obra (Vilca, 2015).
- **Productividad General del Proyecto:** Este indicador evalúa la relación entre el resultado final del proyecto (en términos de calidad y cantidad) y el total de los recursos invertidos en el mismo. Es un enfoque más holístico que toma en cuenta no solo la mano de obra, sino también los materiales, equipos y tiempo (Vilca, 2015).

2. Relación entre Productividad y Rentabilidad en la Construcción

- La productividad está estrechamente vinculada con la rentabilidad de los proyectos de construcción. La mejora en los niveles de productividad permite a las empresas constructoras reducir costos operativos y aumentar el rendimiento general de los proyectos. Un aumento en la productividad de la mano de obra o en la utilización de materiales puede traducirse directamente en menores costos de producción, lo que

facilita la competitividad de las empresas en un mercado donde los márgenes de ganancia suelen ser reducidos (Paredes et al. 2020).

- La rentabilidad también depende de la capacidad de cumplir con los plazos establecidos. Los retrasos en la obra generan costos adicionales, no solo por los tiempos extras, sino también por la posible penalización contractual o la pérdida de oportunidades de inversión. (Paredes et al. 2020).

3. La Influencia de la Tecnología en la Productividad de la Construcción

Los beneficios de la implementación de nuevas tecnologías en mejorar la productividad en la construcción. Las herramientas digitales como el Building Information Modeling , el software de gestión de proyectos y los dispositivos inteligentes para monitorear y mantener la calidad de la obra han permitido optimizar los procesos. Desde la planificación y la programación hasya la iniciación, seguimiento y control del rendimiento, se han visto beneficiados con estas herramientas. Además, la implementación de nuevas tecnologías no solo permite mejores predictivos y toma de decisiones, facilita la colaboración del equipo y disminuye los errores humanos y la utilización de recursos. (Quispe, 2017).

Es en este contexto donde las herramientas de gestión visual, incluidas las cartas balance, cumplen una función crucial al mejorar la planificación de actividades, la eficiencia de los recursos y la colaboración entre los trabajadores de diferentes partes del proyecto. Un enfoque combinado para involucrar métodos como Lean Construction y usar herramientas de software así puede proporcionar aumentos significativos en la productividad, reduciendo los tiempos de ejecución y la fiabilidad general. (Quispe, 2017).

2.2.2.1 Definición de Productividad en Proyectos de Construcción

La productividad en proyectos de construcción se define como la eficacia con la que los recursos se utilizan para producir un resultado dentro del campo de la construcción. Se puede medir en unidades de trabajo producidas por unidad de recurso empleada, ya sea trabajo, materiales, equipo, tiempo o cualquier combinación de los anteriores.

Entonces, la productividad es una medida de qué tan eficientemente se convierten los insumos en productos en forma de bienes y servicios tangibles, que se miden en unidades: metros cuadrados de construcción, metros cúbicos de hormigón verter, o unidades de trabajo completadas. (Quispe, 2017).

La productividad se rastrea a lo largo del proyecto y redunda desde la conceptualización más temprana de la idea entre las partes hasta la finalización práctica. En otras palabras, este punto de métrica es crucial para identificar los puntos donde podríamos ahorrar tiempo y dinero, así como usar nuestros recursos de manera más eficiente. La importancia radica en cómo esta métrica tiene un efecto en la viabilidad y la rentabilidad del proyecto de una manera más directa. Se puede resumir que una alta productividad significa que utilizamos nuestros recursos de manera óptima, por lo que el costo es menor, el tiempo es menos y la calidad del producto final es mejor.

La medición de la productividad en la industria de la construcción presenta desafíos específicos en comparación con los demás sectores. Por ejemplo, las condiciones de trabajo, las tareas a realizar, entre otros, varían casi siempre en cada proyecto. Asimismo, otros factores externos tales como el clima, la disponibilidad de sus materiales de construcción y las condiciones de trabajo también influyen. Pese a ello, la medición es necesaria para identificar las áreas a ser mejoradas en cuanto al uso de recursos. Cabe destacar que la concepto de productividad no se reduce solo a cuánto trabajo se realiza, sino a la calidad de esas horas de trabajo y al desperdicio de tiempo, aspectos críticos en cualquier obra, ya sea pequeña o grande. (Quispe, 2017).

Por lo tanto, es importante destacar que la productividad en la construcción no es un concepto independiente; más bien, es una secuencia de varias interacciones entre recursos humanos, de material y técnico que son recuperados. Por lo tanto, las decisiones hechas durante la planificación, que puede implicar la asignación de tareas, la gestión de tiempo de los segmentos, el material elegida y similar, son elementos críticos que influyen directamente en los niveles de productividad. Por lo tanto, la forma de medir la productividad en la construcción no solo abordaría los resultados, sino también otros

procesos imitado, incluidos la organización, la coordinación del equipo y la implementación de metodología de trabajo eficiente. (Quispe, 2017).

2.2.2.2 Factores que Afectan la Productividad Laboral

1. Capacitación y Habilidades de la Mano de Obra

Nivel de formación y habilidades: Los profesionales bien formados pueden llevar a cabo sus tareas de manera más eficiente y minimizar el tiempo de inactividad y los errores durante la ejecución de la obra. La formación continua y actualización en las técnicas, herramientas y régimen es una forma eficaz de mejorar la eficacia de la mano de obra. En proyectos exigentes que requieran habilidades especializadas en la materia, es crítico que la mano de obra reciba la capacitación adecuada para aumentar la productividad.

2. Organización y Planificación del Trabajo

La mano de obra. La planificación adecuada y la organización del trabajo local tienen un efecto directo sobre la producción. Se deben establecer horarios de tareas claros y reales y hacer la programación de trabajo para asegurar que no hay retrasos y cuellos de botella en el momento de realizar ciertas actividades. Aunque no hay restricciones judiciales especiales para la realización de obras, se deben cumplir los plazos de restricciones de todo el ciclo de obras. La planificación final determina las interconexiones entre las distintas disciplinas, la disponibilidad de recursos y el tiempo asignado a todo el plan. Una mala disposición puede causar ejecuciones unitarias y desordenadas, falta de coordinación entre los empleadores, trabajo muerto o una acumulación inadecuada de recursos. (Valdivia y Vega, 2023).

3. Condiciones Laborales y de Seguridad

El medio ambiente de trabajo es fundamental para la productividad de las manos de obra. Las condiciones físicas en el sitio tales como iluminación, ventilación y accesibilidad, entre otras, afectan la velocidad y calidad del trabajo. La seguridad laboral es un área que no se puede menospreciar y que tiene repercusiones directas con la productividad. Si ocurren accidentes de trabajo o no se cumplen las normas, se hace difícil

mantener la jornada laboral, aumentando los costos y ausentismo del trabajo. Por lo tanto, un sitio de trabajo seguro y cómodo genera la autoconfianza del trabajador disminuyendo las interrupciones y por ende, eficiente trabajo. (Valdivia y Vega, 2023).

4. Disponibilidad y Gestión de Materiales

Un aspecto adicional es la disponibilidad oportuna de las materias primas, lo que evita la ocurrencia de retrasos en la entrega y problemas con su uso. Las paradas obligatorias debido a la ausencia de ciertos materiales afectan negativamente el rendimiento y la eficiencia de los trabajadores. La calidad de los materiales también afecta este parámetro; si se seleccionan incorrectamente o si son de baja calidad, dificultarán el trabajo o requerirán más tiempo para colocarlos o manejarlos. Para evitar estos riesgos, todo debe gestionarse adecuadamente: control de inventario, programa de entrega y control de calidad. (Gilacopa y Colque, 2020).

5. Condiciones Climáticas

Otro factor externo que puede interferir con la productividad de la mano de obra en la construcción son las condiciones climáticas. Esto incluye lluvias, viento fuerte, temperaturas extremadamente altas o bajas. Pueden interrumpir el trabajo, hacer que sea necesario implementar medidas de seguridad adicionales, incluido el tiempo y aumentar la duración del proceso. Según Makarand, "estos aspectos adyacentes son imposibles de controlar, pero a menudo se pueden tomar medidas para reducir sus efectos". Estas medidas adicionales pueden incluir emplear protección adicional para garantizar la seguridad o usar materiales que soporten mejor el clima de la región.

6. Coordinación y Comunicación en el Equipo de Trabajo

Otro factor que influye en la productividad es la comunicación entre diversas brigadas de trabajo que interactúan dentro de un proyecto. La falta de comunicación conduce a malentendidos, resultados incorrectos y retrasos en la finalización de tareas. La comunicación entre trabajadores de la obra, contratistas, supervisores y otras compañías es primordial para asegurarse de que las actividades estén controladas y realizadas según el plan. La implementación de la tecnología de la información, y específicamente

programas de gestión de proyectos, permite una mayor facilidad en la comunicación y control de las tareas realizadas, lo que aumenta la eficiencia laboral. (Gilacopa y Colque, 2020).

7. Motivación y Moral de los Trabajadores

La motivación de los trabajadores juega un papel decisivo en su desempeño y, en consecuencia, en la productividad. Los empleadores motivados son más eficientes, comprometidos con la calidad del trabajo y dispuestos a colaborar con otros miembros del equipo. Por lo tanto, se necesitan condiciones favorables y moral laboral, tales como: reconocimiento, compensación justa, oportunidades de desarrollo profesional y buen ambiente de trabajo. Una moral laboral baja conducirá a retrasos en el proyecto, mala calidad de la realización del trabajo y una rotación más rápida de los miembros de la tripulación, que calcular así el proyecto entero. (Gilacopa y Colque, 2020).

8. Uso de Tecnologías y Herramientas de Gestión

El uso de tecnologías avanzadas en la construcción, como el Building Information Modeling, el uso de software de gestión de proyectos, entre otros, y herramientas de monitoreo de productividad también pueden mejorar significativamente la eficiencia laboral. Todo esto permite una planificación eficaz, un seguimiento en tiempo real del progreso y, en consecuencia, una toma de decisiones informada, lo que garantiza una utilización eficiente de la mano de obra y evita errores en la ejecución. Las tecnologías también contribuyen a una comunicación más eficiente entre los equipos, por lo que resuelven los problemas más rápidamente, lo que también es seguro para mantener el alto nivel de productividad. (Arévalo et al. 2019).

2.2.3 Rendimiento y eficiencia

El Rendimiento en el ámbito de la construcción se define como la cantidad de trabajo o unidad de obra que una cuadrilla o un recurso (mano de obra, equipo) es capaz de ejecutar en una unidad de tiempo establecida. Es un indicador físico y medible que relaciona directamente el producto obtenido con el tiempo insumido. Por ejemplo, en el

caso de la mano de obra, se expresa típicamente en unidades de obra por día (ej. m²/día de asentamiento de ladrillo, m³/día de concreto vaciado) o, de forma inversa, en horas-hombre por unidad de obra (HH/m²); este último es el formato preferido en los análisis de costos unitarios.

Para la ingeniería peruana, este concepto se materializa en los Rendimientos Mínimos Oficiales de la Mano de Obra, los cuales son valores de referencia estandarizados, usualmente publicados por entidades como CAPECO e incorporados en el análisis de precios por especialistas como Ramos, (2018) en su obra Costos y Presupuestos en Edificaciones. Estos rendimientos normativos representan la producción mínima esperada en condiciones normales de trabajo, sirviendo como la base para la estimación de la duración de las partidas y, consecuentemente, para el cálculo del costo directo de la mano de obra dentro del presupuesto de obra.

La Eficiencia, por su parte, es un concepto más amplio y cualitativo que se refiere a la capacidad de lograr un objetivo o resultado utilizando la menor cantidad de recursos posibles (mano de obra, materiales, tiempo). Mientras que el rendimiento se enfoca en el qué tanto se produce, la eficiencia se centra en el cómo se produce, es decir, en el aprovechamiento óptimo de los insumos para generar el producto. En términos económicos, una obra es eficiente si se ejecuta al menor costo posible. Esta eficiencia se mide como el cociente entre el rendimiento estándar (el normativo o presupuestado) y el rendimiento real o logrado en la obra, lo que permite identificar si el uso de los recursos fue óptimo o si existieron pérdidas de tiempo y movimientos improductivos.

Tabla 2

Rendimiento según CAPECO

PARTIDA MUROS DE ALBAÑILERIA			
Tipo de Ladrillo	Tipo de Aparejo	Cuadrilla	Rendimiento (m²/8horas)

Ladrillo King Kong	Soga	1.0 Op. + 0.5 Peón	9.00
Ladrillo King Kong	Cabeza	1.0 Op. + 0.5 Peón	5.00
Ladrillo King Kong	Canto	1.0 Op. + 0.5 Peón	11.00
Ladrillo Corriente	Soga	1.0 Op. + 0.5 Peón	8.00
Ladrillo Corriente	Cabeza	1.0 Op. + 0.5 Peón	5.00
Ladrillo Pandereta	Soga	1.0 Op. + 0.5 Peón	9.00
Ladrillo Pandereta	Canto	1.0 Op. + 0.5 Peón	12.00
Bloque de Concreto	Soga	1.0 Op. + 0.5 Peón	10.00

Fuente: (CAPECO, 2025)

1. Rendimiento

En general, una definición simple de productividad en la industria de la construcción es la tasa de producción, medidas en unidades de trabajo por hora, día o semana que un equipo o cuadrilla puede lograr en un plazo determinado. En la construcción de muros, la productividad es la cantidad de metros cuadrados de muro que un trabajador puede instalar en un cierto tiempo. Se trata de un concepto importante para la fase de diseño de un puente y también para la fase de construcción, que se refiere a la productividad de obra del trabajador. La capacidad del equipo para brindar resultados requeridos se ve afectada por distintos factores que influyen en la productividad. En cuanto a los factores que influyen en la productividad, uno de los factores más relevantes es la calidad de los materiales, ya que el trabajo puede tomar más tiempo si se trabajan con materiales de baja calidad. Otro factor importante es el nivel de experiencia y capacitación de los trabajadores; un equipo que ya tiene experiencia y ha terminado el proceso de capacitación es más capaz de hacer el trabajo rápidamente. Los factores más importantes que resultan en una productividad excelente son las necesidades laborales dentro de las que se incluye cómo se organiza la obra, la disponibilidad de equipos adecuados y el clima. Aparte de usar equipos y métodos

de construcción especializados, el performance de producción mejora significativamente después de hacer las tareas con más velocidad y precisión. Una métrica comúnmente usada para evaluar el performance es la relación entre las tareas hechas y el tiempo que toma hacerlas. También es importante agregar que la mayoría de las veces, pensar rápido no corresponde con un excelente nivel de ejecución. Por lo tanto, la construcción de cualquier cosa, específicamente muros, debe ser ejecutada con un rendimiento eficiente tanto como la calidad del acabado, que es vital para asegurar la integridad y seguridad.

2. Eficiencia

La eficiencia implica hacer más con menos esfuerzo y poca recompensa. La eficiencia en esta industria se mide en la forma en que se utiliza en tiempo, la energía, los materiales y el personal. En otras palabras, se puede lograr más en menos tiempo. El otro objetivo es maximizar el uso de los recursos, reducir los residuos y evitar retrasos caros. Sin embargo, a diferencia de rendimiento, que depende de nivel de producción, la eficiencia no solo considera la cantidad, sino también la calidad y cómo se usan los recursos. En otras palabras, un equipo eficiente, más aún, puede lograr más en menos tiempo maximizando los recursos que tengan. La forma de determinar qué tan efectivo está siendo trabajo de una víctima es comparar los resultados reales con los esperados o los estándares. En este caso, la construcción de la pared eficiente incluye reducir las pausas que no sean necesarias, usar la cantidad correcta de materiales, no más y aprovechar al máximo el tiempo apropiado. La eficiencia también afecta factores como la organización del trabajo y la planificación. Otros factores pueden ser programados, lo que implica considerar cuánto tiempo tomará la tarea y cuánto tiempo necesita el equipo antes de tiempo.

Otros factores que pueden ayudar a planificar implícitamente e, incluso, aumentar la eficiencia son la asignación de trabajo o la disponibilidad de recursos que el equipo necesitará. Los niveles esenciales de Gestión de Obras se caracterizan por una mejor coordinación de los recursos, menos tiempo de inactividad y más colaboración. Estos y otros pueden lograrse solo con ayuda un trabajo experto durante el supervisor. En general,

el objetivo de este trabajo la eficiencia es ahorrar tiempo y recursos, por lo tanto, se necesitan mejores resultados al mismo tiempo que se reduce la cantidad de costos y residuos. Las mejores soluciones no siempre son más rápidas, especialmente si se bajan de calidad o si resultan en un desperdicio de recursos.

2.2.4 Enfoques de Gestión de Proyectos en la Construcción

La gestión de proyectos de construcción es todas las actividades realizadas para organizar y regular un proyecto para los resultados deseados, oportunamente, rentable y el alto nivel de calidad. Dado que el sistema de construcción puede incluir a varios equipos, recursos y etapas, solo la implementación de actividades de gestión adecuadas puede garantizar su éxito. De acuerdo con Aguilar y García, en la gestión de proyectos en este sector, hay varios métodos de implementación innovadores, cada uno con sus propias peculiaridades, estrategias e instrumentos. Uno de los métodos más comunes es la Gestión Tradicional de Fases. La planificación, el diseño, la ejecución y el cierre son el ciclo de vida de un proyecto. Este enfoque es una buena opción para proyectos donde debe seguir una estructura lineal y donde se conocen correctamente los presupuestos y plazos. Según Aguilar y García, a través de una buena administración de programación, control de calidad, y observación paso a paso, este método asegura que todos los pasos finalmente se realicen de acuerdo con los estándares establecidos. En algunos proyectos gigantes y complicados, existen métodos más flexibles como la gestión ágil y la construcción eficiente. Para lograr estos objetivos, los principios de la fabricación eficiente, los trabajos que aportan valor y la eliminación de desperdicio, la construcción eficiente se basa en la eliminación de los desperdicios de valores para castigar y mejorar la calidad y disminuir los costos al mismo tiempo. Métodos de gestión ágil y eficiente permiten, a diferencia de los procedimientos convencionales en cascada, intervenir rápidamente en la planificación y la ejecución y rápidamente volver al nuevo estado del proyecto. Gracias a esto, puede responder rápida y adecuadamente y coordinarse entre todas sus partes de trabajo. Otra opción razonable es BIM, una estrategia basada en un modelo digital 3D que integra todos

los datos del diseño del proyecto. Entonces, Entonces, BIM ayude a los líderes y equipos de proyecto a obtener una visión general del trabajo, permitirles reducir la probabilidad de desacuerdos al prepararse con antelación y mejorar la cooperación entre áreas de trabajo. Si trabaja con varios contratistas y proveedores y desea tener una visión general en la que basar sus decisiones, se le recomienda esta opción. Aparte de estos métodos, se necesitan técnicas para gestionar riesgos. Para trabajar rápidamente y ahorrar dinero, el proyecto debe prever, evaluar y minimizar los riesgos de la construcción. Con la aparición de técnicas modernas, como la simulación de riesgos y la cláusula de reclamaciones, se abre la posibilidad no solo de simular posibles escenarios en las obras, sino también de determinar los impactos en el desarrollo, para hacer sugerencias a los clientes. Estas soluciones son posibles gracias a modernas herramientas de software. Como explican los autores, gracias a los riesgos de juego, los molinos podrían ser mucho más activos y con mayor medida.

2.2.4.1 Gestión de Proyectos y Herramientas de Planificación

Los gerentes de proyectos deben planificar, organizar, coordinar y controlar los innumerables recursos, humanos, materiales, financieros y de otra índole, necesarios para alcanzar los objetivos de un proyecto, tal como lo han definido las restricciones preexistentes del tiempo, el dinero, las personas y el equilibrio de calidad. Dada la naturaleza compleja y dinámica de la construcción, que implica múltiples personas y partes interesadas, operaciones interdependientes y una variedad de condiciones cambiantes, la administración de proyectos es fundamental para los proyectos de construcción. (Moradi y Sormunen, 2023).

1. Herramientas de Planificación en la Gestión de Proyectos

- Diagramas de Gantt: Este es uno de los métodos más populares para planificar un proyecto. Puedes describir visualmente todas las actividades del proyecto durante un determinado periodo de tiempo gracias al diagrama de Gantt. Una barra horizontal representaba una actividad o tarea, con la longitud proporcional al tiempo. Un proyecto

de Gantt demuestra visualmente cómo las tareas están interrelacionadas, cuándo deben realizarse y en qué orden. Por su parte, un gráfico de proyectos ayuda a los gerentes a comprender cuándo se demoran las tareas y a que posiblemente se deba retrasar trabajar. Ayuda a los gerentes a tomar decisiones más informadas. (Uvarova et al. 2023).

- **Método de la Ruta Crítica (CPM):** Es un enfoque que permite evaluar cuánto tiempo tomará completar un proyecto al identificar las configuraciones de actividades absolutamente necesarias. El análisis de la duración y la dependencia de las operaciones seleccionará el camino crítico o la selección de tareas interconectadas más larga. Los abandonos afectarán directamente la fecha de vencimiento del proyecto, y, por lo tanto, el instrumento ayudará a identificar qué operaciones son cruciales. El CPM es útil para proyectos con una fecha de vencimiento fija y una secuencia de acciones predeterminada. (Uvarova et al. 2023).
- **Método del Valor Ganado (EVM):** Mediante un desempeño, la Gestión del Valor Ganado, se pueden comparar los valores reales con los planificados y los resultados reales por encima de planes de premisa. En esencia, es una gran estrategia en la que puede decir lo bien que un proyecto avanza en dirección a su desempeño planeado, financieramente y en tiempo. Gracias al desempeño planificado, puede localizar su proyecto con precisión y ajustar cualquier segmento necesario, incluso si ha salido a su camino predeterminado. (Awad et al. 2021).

2. La Importancia de las Herramientas de Planificación en la Gestión de Proyectos de Construcción

Dado que hay una gran variedad de partes involucradas (arquitectos, ingenieros, contratistas, subcontratistas, proveedores, muchos de los cuales están en los trabajos, surgen las cuestiones de la comunicación y coordinación. Usar las herramientas de planificación ayuda a organizar el trabajo y coordinar mejor su trabajo; y todos pueden ver lo que debe hacerse y cómo encaja en el cuadro general. (Awad et al. 2021).

3. La Relación entre la Gestión de Proyectos y las Herramientas de Planificación

La toma de decisiones eficiente y bien informada es fundamental en la gestión de proyectos. La información y la transparencia que ofrecen las tecnologías de planificación son esenciales para realizar evaluaciones del rendimiento y el progreso de los proyectos en tiempo real. Sin estas herramientas, a los gerentes les resultaría muy difícil supervisar los gastos, coordinar los esfuerzos de varios equipos y cumplir los plazos. (Nahmens y Ikuma, 2012).

2.2.4.2 Integración de las Cartas Balance con el Método de la Ruta Crítica (CPM)

1. Las Cartas Balance: Fundamentos y Propósito

Además, los diagramas de balance de proyectos, como herramienta visual para la planificación del proyecto, resaltan la necesidad de mantener una distribución constante de los recursos. Un diagrama de balance de proyectos muestra la duración y los requisitos de los recursos de las operaciones del proyecto. En este diagrama se muestra la duración de las operaciones y no solo los recursos que se necesitarán. Así, los gerentes pueden ver cómo todo encaja y pueden decidir qué es lo más importante para trabajar y en el que puede terminar. Además, el diagrama de balance de proyectos los ayuda a asignar materiales y mano de obra de manera justa para cumplir con esa fecha límite. Coordinando los calendarios de tareas y de recursos, los diagramas de balance del proyecto permiten reducir aún más los choques de programación y otros cuellos de botella que ralentizarían la construcción y consumirían más tiempo del necesario.

2. El Método de la Ruta Crítica (CPM)

Una técnica alternativa para calcular el tiempo requerido para completar un proyecto es el Método de la ruta crítica, que mantiene un registro de qué tareas son críticas. A través del CPM, se establece una "ruta crítica", ya que supone el cronológicamente primero las actividades recibidas que no se pueden completar más tarde sin afectar el programa global. Para permitir que los jefes prioricen proyectos y deduzcan recursos de manera más eficiente, el CPM puede diferenciar proyectos vitales de trabajos no críticos.

Permite comprender el grado de “flexibilidad” de los trabajos no críticos, ayuda a tomar decisiones. (Jamil y Fathi, 2016).

3. Beneficios de Integrar las Cartas Balance con el CPM

Mossman et al. presentan las ventajas de integrar estas dos técnicas; El CPM señala las actividades que no se pueden retrasar, mientras que los diagramas de balance permiten visualizar la programación de recursos en el tiempo. Con ello, puede asegurarse de que sus actividades críticas de la vía tengan recursos suficientes sin causar retraso a otras actividades que puedan revertir el progreso general del proyecto ;. A continuación se muestra la integración de estas técnicas; • Mejora de la programación de actividades: El CPM muestra las actividades más cruciales para realizar un proyecto a tiempo y los diagramas de balance muestran la programación de recursos, de modo que garanticen provisiones suficientes. Con estas dos formas de gestión, administra eficientemente tanto las actividades críticas como las no críticas, lo que reduce el tiempo de espera para una mayor eficacia. • Visualización de la imagen general; combinando ambas técnicas, los directores pueden visualizar de forma exhaustiva cómo se gestiona el desarrollo del proyecto en términos de secuencia al CPM y tiempo hacia diagramas de balance. Los miembros del equipo trabajan juntos de una mejor manera y toman decisiones informadas gracias a la visión integral del proyecto. Una de las mayores ventajas de la MOPE es que puede detectar un cuello de botella antes. Junto con el CPM, que presta especial atención al paso crítico, y los diagramas de balance que ilustran la programación de recursos, es viable prever tiempo y acciones correctivas. Mossman et al. encuentran que reducir riesgos es posible mediante la presentación de la asignación de recursos y sus dependencias, lo que asegura el fracaso del lanzamiento.

4. Aplicación de la Integración en Proyectos de Construcción

En proyectos de construcción que incluyan actividades repetitivas o en serie, como la edificación de muros, diagramas de balance integrados con el CPM son particularmente eficaces. Toda la construcción se puede completar a tiempo ya que tareas deben planificarse y los recursos críticos deben asegurarse de manera cercana en todas las

etapas. Por medio de las soluciones tecnológicas enunciadas, la creación se acelera y los recursos se optimizan, resultando en más producción con menos desperdicio de material. (Erol et al. 2017).

5. Limitaciones y Desafíos de la Integración

A pesar de todas las ventajas de usar CPM con gráficos de balance, tiene algunas limitaciones importantes. Es vital tener acceso a información actualizada y precisa sobre las tareas, los plazos y los recursos disponibles. De lo contrario, será imposible garantizar que el proyecto funcione sin problemas y a tiempo. Cualquier error en la asignación de recursos o los plazos de terminación programados puede invalidar la utilidad de estas herramientas, ya que solo son efectivas si las estimaciones son exactas. (Erol et al. 2017).

2.2.5 Metodologías para la Mejora de la Productividad Laboral

1. Lean Construction

El Sistema de Producción Toyota y otros conceptos de manufactura esbelta desarrollados en el sector automotriz japonés sirvieron de inspiración para la idea de la Construcción Esbelta. Este enfoque busca reducir el desperdicio de materiales, tiempo y recursos, a la vez que maximiza el valor del proyecto. La Construcción Esbelta es una metodología utilizada en la industria de la construcción para mejorar procesos, optimizar la gestión de recursos y eliminar actividades que no aportan valor.

2. Gestión Visual y Tableros de Control

Para mejorar la productividad y calidad de su trabajo, necesitas herramientas visuales que te muestren tu posición en los proyectos, qué lista de tareas no haz sido capaz de hacer todavía, y cuántos recursos has gastado. En la industria de la construcción, los paneles visuales son muy populares para medir las mismas actividades y ver las mismas prioridades que tienes. (Moradi y Sormunen, 2023).

3. Método de Trabajo Estandarizado (Standardized Work)

Para mejorar la productividad y calidad de su trabajo, necesitas herramientas visuales que te muestren tu posición en los proyectos, qué lista de tareas no haz sido capaz

de hacer todavía, y cuántos recursos has gastado. En la industria de la construcción, los paneles visuales son muy populares para medir las mismas actividades y ver las mismas prioridades que tienes.

2.2.5.1 Lean Construction y su Aplicación en la Construcción

La Construcción Esbelta fue inspirada en la Manufactura Esbelta, especialmente en el Sistema de Producción Toyota, y surgió del sector automotriz. Al eliminar los desperdicios en la construcción y maximizar el valor para el cliente, la ideología pretende aumentar la calidad de los proyectos de construcción. Sin embargo, Construcción Esbelta no es solo preeminente sobre los costes; también apunta a aumentar la eficiencia, simplificar los procedimientos y proporcionar valor al cliente de forma rápida y constante, sin poner en riesgo la calidad o el tiempo de ejecución. (Li et al. 2019).

1. Principios Fundamentales de Lean Construction

Lean Construction se basa en algunas ideas clave que guían su uso en la industria de la construcción:

Una de estas reglas es la "eliminación de desperdicios", lo que significa que el proyecto no debe consumir recursos ni realizar acciones que no contribuyan al éxito. Los desperdicios de construcción incluyen aspectos como el tiempo de inactividad, el exceso de recursos, el traslado innecesario de trabajadores y equipos y la repetición de tareas repetidas. Li et al. (2019) afirman que reducir estos desperdicios hará que el negocio sea más eficiente y rentable.

- Valor para el cliente: El objetivo principal de Lean Construction es garantizar la satisfacción del cliente. Esto significa que sus necesidades deben atenderse siempre con rapidez y eficacia durante la planificación e implementación del proyecto. Es necesario replantear o eliminar cualquier aspecto que no beneficie directamente al consumidor.

- Kaizen o Mejora Continua: Lean Construction afirma que cada componente del proyecto debe mejorar constantemente. Esto incluye la optimización de procesos y la eliminación de desperdicios, pero también la revisión constante de los resultados y las

contribuciones de los equipos de trabajo para encontrar maneras de mejorar. La idea Kaizen de desarrollo continuo se basa en el trabajo en equipo y el intercambio de conocimientos (Li et al., 2019).

Seguir la idea del flujo continuo es la mejor manera de garantizar que los trabajos se realicen con rapidez y sin problemas. Esto se logra mediante una planificación minuciosa del trabajo, una asignación precisa de recursos y una programación precisa de las actividades para evitar tiempos de inactividad o esperas innecesarias.

Lean Construction promueve una forma de hacer las cosas que fomenta el respeto y la colaboración entre todos los que participan en un proyecto. Reconoce que cada miembro del equipo tiene habilidades diferentes y que el trabajo de cada uno es importante para el éxito del proyecto a la hora de mejorar el proceso. Este método puede ayudar a crear una cultura de trabajo en equipo, diálogo abierto y resolución de problemas conjunta (Li et al., 2019).

2. Herramientas y Técnicas de Lean Construction

Para maximizar la eficiencia, reducir el desperdicio y aumentar la producción, la industria de la construcción ha adoptado diversas prácticas relacionadas con la Construcción Esbelta. A continuación, se presentan algunas de las más destacadas:

Todos los miembros del equipo de trabajo, desde los gerentes hasta los operadores de campo, participan en el sistema de planificación y control conocido como Sistema del Último Planificador (LPS). El sistema se basa en el compromiso de las partes interesadas y la planificación colaborativa, lo que facilita la identificación y resolución de problemas con antelación y garantiza la finalización puntual de los trabajos (Arayici et al., 2022).

- **Justo a Tiempo (JIT):** Este método se utiliza para suministrar recursos de forma eficiente, asegurándose de que lleguen en el momento y la cantidad adecuados. Con este método se pueden reducir los gastos de almacenamiento, el excedente de existencias y los tiempos de espera. Según Arayici et al. (2022), el JIT ayuda a las empresas constructoras a gestionar mejor sus recursos y a evitar el desperdicio de materiales.

- 5S: El sistema 5S, desarrollado en Japón, enfatiza el orden y la organización en el lugar de trabajo. Mejorar la productividad mediante la reducción de desplazamientos innecesarios, tiempo perdido y accidentes laborales es resultado directo de la implementación de las cinco S: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (sostener).

- VSM, o Mapeo del Flujo de Valor, es una técnica para identificar, analizar y mejorar los flujos de trabajo de los proyectos. Con VSM, se puede identificar dónde hay ineficiencia o desperdicio a lo largo de todo el proceso de construcción, desde la planificación hasta la finalización. Según Arayici et al. (2022), esto permite mapear las actividades que agregan y destruyen valor, lo que facilita la eliminación o modificación de procesos que generan desperdicio.

3. Beneficios de Lean Construction en la Construcción

Entre las numerosas ventajas que se pueden obtener al implementar la Construcción Esbelta en el sector de la construcción se encuentran:

- Reducción de Gastos: Se ahorra tiempo, dinero y materiales al eliminar pasos innecesarios y aumentar la eficiencia.

Una mayor calidad en la construcción es resultado de la mejora continua y la optimización de procesos, lo que se traduce en una ejecución más precisa de los trabajos y menos errores.

Mejor Utilización de Recursos: Los métodos de Construcción Esbelta, como el enfoque Justo a Tiempo, reducen el almacenamiento y procesamiento innecesario de materiales, lo que a su vez ahorra dinero (Ogunbiyi et al., 2014).

- Cumplimiento a Plazo: Los proyectos pueden finalizarse dentro de los plazos establecidos con menos interrupciones y retrasos gracias a una mejor coordinación y programación de las actividades (Ogunbiyi et al., 2014).

2.2.5.2 Técnicas de Optimización de Recursos Humanos y Materiales

El éxito, la eficiencia y la rentabilidad de la construcción de cualquier proyecto dependen de la buena gestión de los recursos humanos y materiales. La finalidad de los

métodos de optimización es maximizar los recursos, eliminando el desperdicio, la corrupción y la ignorancia entre todos los implicados al mejorar la comunicación y la cooperación. Los métodos antes señalados no solo ayudan a aumentar la calidad de producción y garantizar que el mismo sea seguro, sino que también cumplen con los plazos y el presupuesto. (Ogunbiyi et al. 2014).

1. Optimización de Recursos Humanos

Mejorar la productividad sin sobrecargar el talento de los empleados es el objetivo principal de la optimización de recursos humanos. Esto requiere una preparación meticulosa, la asignación de tareas, la capacitación y el estímulo de los empleados para garantizar que desempeñen sus funciones de manera eficaz y sin distracciones indebidas. Algunos métodos importantes para optimizar el tiempo y la energía de los trabajadores de la construcción son:

- Distribución justa de responsabilidades y tareas: Una excelente estrategia para optimizar los recursos humanos es asignar a cada empleado tareas que se ajusten a sus talentos y formación. La planificación de la fuerza laboral, que garantiza la distribución de las tareas de forma que permita un flujo de trabajo continuo y que las actividades se completen lo más rápido posible, puede lograrlo. Además, Emuze y Saurin (2015) descubrieron que cuando se asignan tareas a las personas en función de sus áreas de especialización específicas, la productividad aumenta. Esto se debe a que las personas con habilidades más específicas tienden a trabajar más rápido y a cometer menos errores.

Para aumentar la productividad de los trabajadores, la capacitación continua es crucial. La optimización de los recursos es resultado directo de las mejoras en la eficiencia de los operadores que se logran mediante la capacitación en nuevos métodos, herramientas y tecnología. La capacitación del personal es una inversión que genera beneficios para las empresas, como un lugar de trabajo más seguro, menores tasas de accidentes y trabajadores más motivados.

- Cooperación y comunicación clara: Ingenieros, arquitectos, contratistas y trabajadores necesitan trabajar en equipo para aprovechar al máximo sus recursos humanos. El

Sistema del Último Planificador es un método de gestión de proyectos que fomenta el trabajo en equipo para garantizar que el trabajo avance de forma fluida y sin interrupciones. Dado que los errores o las ideas erróneas pueden provocar retrasos y un uso ineficaz del tiempo de los empleados, una comunicación clara y constante también es crucial (Emuze y Saurin, 2015).

- Gestión de la motivación y el rendimiento: la clave para sacar el máximo provecho de sus empleados es mantener su entusiasmo por lo que hacen. La productividad puede dispararse recompensando el trabajo duro, haciendo que el lugar de trabajo sea agradable y ofreciendo bonificaciones por alcanzar objetivos o estándares de calidad. Además, al monitorear el rendimiento de los empleados, los gerentes pueden identificar dónde fallan y brindarles la retroalimentación y la orientación que necesitan para mejorar su rendimiento (Emuze y Saurin, 2015).

2. Optimización de Materiales en la Construcción

Optimizar los materiales para un proyecto de construcción implica aprovechar al máximo la disponibilidad, no desperdiciarla y tener suficiente material disponible sin tener que pagar más por almacenamiento ni tener demasiado. Los siguientes son ejemplos de métodos que se emplean con frecuencia para maximizar la eficiencia de los materiales de construcción:

- JIT: El objetivo del sistema Justo a Tiempo es eliminar el almacenamiento innecesario, asegurando que los recursos estén listos en el momento preciso en que se necesitan. Este método reduce la probabilidad de pérdida o deterioro de material y disminuye los gastos relacionados con la gestión y el almacenamiento del inventario. La entrega puntual y precisa de materiales depende de la estrecha colaboración de proveedores, contratistas y la gerencia para ejecutar el JIT (Karaz et al., 2021).

Gestión de la cadena de suministro y control de inventario: Una de las maneras más importantes de aprovechar al máximo los materiales es realizar un seguimiento adecuado de ellos. Puede controlar de cerca lo que se necesita en cada etapa del proyecto con la ayuda de un software específico para la monitorización de materiales. Esto aumenta

la eficiencia y reduce los gastos adicionales al reducir la probabilidad de compras innecesarias o escasez de materiales. Es posible evitar tener un inventario excesivo o insuficiente gracias a los métodos de planificación de la demanda que predicen con precisión la demanda de materiales (Karaz et al., 2021).

- **Eficiencia de materiales y reutilización:** los métodos de optimización promueven la reutilización de materiales y componentes en otras partes del proyecto o en proyectos futuros en lugar de desecharlos. Se reducirá el desperdicio de material en la obra si los componentes se prefabrican en un entorno controlado. Para reducir aún más el impacto ambiental y los gastos de eliminación, se deben establecer programas de reciclaje de materiales (Karaz et al., 2021).

- **Optimizar los diseños** es fundamental para la eficiencia de los materiales, por lo que es importante diseñar con ella en mente. Minimizar el consumo de materiales sin sacrificar la calidad ni la seguridad debe ser un objetivo primordial en el diseño de cada proyecto. Al producir componentes con antelación y ensamblarlos en obra, métodos como la modularización y la prefabricación pueden aumentar la productividad de la construcción y reducir el desperdicio de material.

2.3 Marco conceptual

- Cartas Balance.** - Son gráficos usados para planificar y controlar el avance de las actividades en una obra. Permiten ver cómo se distribuyen los recursos y detectar atrasos o problemas en la programación para corregirlos a tiempo.
- Coordinación en Proyectos de Construcción.** - Es el proceso de organizar el trabajo entre los distintos equipos del proyecto (arquitectos, ingenieros, contratistas, etc.) para que las tareas se realicen en orden y sin interferencias. Una buena coordinación evita retrasos y confusiones.



- c. **Control de Calidad.** - Consiste en verificar que los trabajos y materiales cumplan con las normas y especificaciones del proyecto. Se hace mediante pruebas e inspecciones durante la obra para asegurar resistencia, precisión y seguridad.
- d. **Gestión de Proyectos.** - Es la planificación y control de todos los aspectos del proyecto (tiempo, costos, recursos y calidad) desde el inicio hasta la entrega. Busca cumplir los objetivos de la obra de forma eficiente y ordenada.
- e. **Optimización de Recursos.** - Significa usar de manera eficiente la mano de obra, materiales, maquinaria y tiempo. Se logra planificando bien y controlando el uso de los recursos para evitar desperdicios y reducir costos.
- f. **Productividad en la Construcción.** - Mide cuánto trabajo se realiza en relación con los recursos usados. A mayor productividad, más rápido y económico se avanza en la obra, lo que mejora los resultados generales del proyecto.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación se refiere al conjunto de procedimientos, técnicas y métodos utilizados para llevar a cabo un estudio de manera sistemática y organizada. Su objetivo principal es guiar a los investigadores a lo largo de todo el proceso investigativo, desde la formulación del problema hasta la interpretación y análisis de los resultados. Esta metodología puede variar dependiendo del enfoque de la investigación, ya sea cualitativa, cuantitativa o mixta, y abarca una serie de etapas que incluyen la selección de la muestra, el diseño del estudio, la recolección de datos, el análisis de la información y la presentación de los hallazgos. Cada uno de estos pasos debe ser cuidadosamente planificado para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados.

La elección de la metodología de investigación depende de los objetivos del estudio, el tipo de datos que se desean obtener y la naturaleza del problema que se pretende abordar. Mientras que los enfoques cualitativos se centran en explorar fenómenos a través de interpretaciones y contextos subjetivos, los enfoques cuantitativos se enfocan en medir variables y establecer relaciones entre ellas de manera objetiva. La metodología de la investigación también implica la aplicación de instrumentos adecuados, como encuestas, entrevistas, observaciones o experimentos, para obtener información precisa y relevante que permita responder a las preguntas planteadas.

3.1 Enfoque de investigación

El estudio contó con un enfoque mixto debido a que combinó tanto métodos cualitativos como cuantitativos para abordar de manera integral el análisis de la productividad en la construcción a través de la herramienta Cartas Balance.

El enfoque de investigación se refiere al marco general que guía el proceso de recolección, análisis e interpretación de datos en un estudio. Los enfoques más comunes son el cuantitativo, que se centra en la medición numérica de variables, y el cualitativo, que se enfoca en comprender fenómenos en profundidad a través de observaciones detalladas. Existen también enfoques mixtos, que combinan ambos. El enfoque de investigación establece la naturaleza del estudio, la forma en que se recopilarn los datos, y las técnicas de análisis que se utilizarán, permitiendo que el investigador aborde el problema de manera sistemática y objetiva (Arias et al., 2016).

3.2 Tipo de investigación

Este estudio es de tipo aplicada porque su principal objetivo es proporcionar soluciones prácticas y basadas en evidencia para mejorar la productividad en proyectos de construcción.

El tipo de investigación hace referencia al propósito principal del estudio y a su orientación metodológica. Existen investigaciones básicas, que buscan ampliar el conocimiento teórico sobre un tema sin un objetivo inmediato de aplicación práctica, y aplicadas, que tienen como objetivo resolver problemas específicos en situaciones concretas. Además, algunas investigaciones pueden ser exploratorias (para indagar en un área poco estudiada), descriptivas (para detallar características de un fenómeno), o explicativas (para determinar las causas y efectos de un fenómeno). El tipo de investigación se define en función de los objetivos y los resultados que se esperan obtener (Arias et al., 2016).

3.3 Nivel de investigación

El nivel explicativo fue elegido para esta investigación porque buscó comprender las causas y efectos de la aplicación de las cartas balance en la productividad de la mano de obra en la construcción.

El nivel de investigación se refiere a la profundidad con la que se aborda el problema de estudio. Los tres principales niveles de investigación son exploratorio, descriptivo y explicativo. El nivel exploratorio se utiliza para estudiar un tema o problema poco conocido, con el fin de generar ideas preliminares. El nivel descriptivo se emplea para detallar las características de un fenómeno o población en particular. Por último, el nivel explicativo busca entender las causas y efectos de los fenómenos, proporcionando una explicación detallada y comprensiva de cómo y por qué ocurren los eventos (Arias et al., 2016).

3.4 Diseño de la investigación

El diseño es experimental para este estudio, ya que se manipuló directamente la variable independiente (aplicación de las cartas balance), así también se observó su impacto en situaciones naturales, sin alterar el entorno o las condiciones del proyecto.

El diseño de investigación es el plan general que guía la recolección, el análisis y la interpretación de datos, estructurando el estudio de manera coherente y sistemática. Los diseños pueden ser experimentales, donde el investigador manipula una o más variables para observar sus efectos, o no experimentales, donde se observa y analiza un fenómeno sin intervención directa. El diseño también puede ser transversal, que estudia los fenómenos en un solo punto en el tiempo, o longitudinal, que observa cambios a lo largo de un período prolongado. La elección del diseño depende del tipo de investigación y los objetivos establecidos (Alam, 2023).

3.5 Método de la investigación

El estudio se sujeta bajo un método científico, debido a que proporcionó un marco riguroso y estructurado para investigar y analizar fenómenos en el ámbito de la construcción.

El método de investigación hace referencia a los procedimientos y técnicas específicas utilizadas para recopilar y analizar los datos. Los métodos más comunes incluyen el método científico, que sigue un enfoque sistemático y lógico de observación, formulación de hipótesis, experimentación y análisis, y el método cualitativo, que busca interpretar fenómenos a través de entrevistas, grupos focales o análisis de contenido. Otros métodos incluyen el método inductivo, que parte de observaciones específicas para generar teorías generales, y el método deductivo, que aplica teorías preexistentes a casos específicos para probar hipótesis (Alam, 2023).

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La población es el conjunto completo de elementos o individuos que poseen características comunes y que son relevantes para un estudio o investigación. En términos de investigación, la población abarca todos los casos, objetos o elementos que cumplen con los criterios definidos para el análisis. Es el grupo total sobre el cual se desea obtener conclusiones y generalizar los resultados obtenidos a partir de la muestra seleccionada (Reyes, 2022).

En este estudio, la población estuvo conformada por todas las obras de construcción que contaban con una partida de asentado de muros en la provincia de Azángaro. Esta población incluyó proyectos de diferentes escalas y características, todos relevantes para la investigación sobre la influencia de las cartas balance en la productividad de la mano de obra.

Figura 1

Localidad de Azángaro



3.6.2 Muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población total que se selecciona para llevar a cabo la investigación. A través de la muestra, se buscan obtener datos que puedan ser extrapolados a la población completa, con el fin de hacer inferencias sin necesidad de estudiar a todos los elementos de la población. La muestra debe ser cuidadosamente elegida para garantizar que refleje de manera precisa las características y condiciones de la población total, lo que permite obtener resultados confiables y válidos (Alam, 2023).

La muestra estará compuesta por 4 obras de construcción de tamaño y características similares ubicadas en la provincia de Azángaro, que se han seleccionado para realizar el estudio. Estas obras fueron elegidas por su relevancia para el estudio de

la productividad en la partida de asentado de muros, y se seleccionaron de forma intencionada, buscando que representen adecuadamente las condiciones comunes de los proyectos en la región. La elección de solo 4 obras responde a un enfoque de análisis detallado y de campo, en el cual se recopilarán datos específicos sobre los procesos de trabajo, los tiempos de ejecución y el uso de recursos en cada una de ellas.

Tabla 3

Locaciones donde se realizó la partida de asentado de muros

Obras	TOMA DE DATOS	
	Cantidad de muestras	Unidad de medida
Vivienda 1	30 unidades de muestra por cada personal obrero.	minutos
Vivienda 2	30 unidades de muestra por cada personal obrero.	
Vivienda 3	30 unidades de muestra por cada personal obrero.	
Vivienda 4	30 unidades de muestra por cada personal obrero.	

Se muestran los detalles de la toma de datos en diferentes lugares donde se realizó el asentado de muros. Se decidió tomar 30 muestras por cada obrero, lo cual asegura que se tenga una cantidad suficiente de datos para obtener resultados confiables y representativos. Esta cantidad de muestras es comúnmente aceptada en estudios para asegurar que la muestra sea suficientemente grande para reflejar bien la realidad del trabajo. Además, cada muestra se tomó con un tiempo de 1 minuto de evaluación. Esto se hace para tener una medida consistente y controlada, permitiendo que todas las mediciones se realicen bajo las mismas condiciones, sin influencias externas que puedan alterar los resultados. Aunque no existe una norma exacta que regule el número de muestras o el tiempo por muestra, esta metodología sigue prácticas comunes en estudios de productividad, donde tener mediciones repetidas y en un tiempo específico ayuda a comparar de manera justa el rendimiento de los obreros.

La toma de datos mediante una cantidad de muestras repetidas y en intervalos controlados, como se menciona en este estudio, se basa en las recomendaciones de guías generales sobre estudios de productividad en la construcción, normas de la **Organización Internacional de Normalización (ISO)**, que establece directrices sobre la medición de la productividad en diferentes sectores.

3.6.3 Tipo de muro apreciados en las viviendas

En el presente estudio, se evaluaron un total de 4 viviendas ubicadas en la provincia de Azángaro, las cuales utilizan el tipo de muro más convencional de la zona: muros contruidos con ladrillos de arcilla cocida dispuestos mediante **la técnica de Soga**. Esta técnica, ampliamente empleada en la construcción tradicional de la región, consiste en colocar los ladrillos con su canto (lado largo) en dirección vertical, mientras que la cabeza (lado corto) queda en contacto con la cara exterior del muro. Este patrón favorece la distribución eficiente de las cargas y proporciona una mayor resistencia estructural a los muros, contribuyendo a la estabilidad y durabilidad de las viviendas.

La elección de evaluar este tipo de muro fue fundamental para asegurar la homogeneidad de las muestras en el estudio, ya que es el sistema de construcción más utilizado en la zona. De esta manera, se garantizó que las viviendas evaluadas compartieran características comunes en cuanto a la disposición y calidad del material de los muros, permitiendo una comparación más precisa y válida de los resultados obtenidos durante la investigación.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

En nuestro estudio, empleamos varias técnicas para recolectar y analizar los datos sobre la productividad de la mano de obra en la construcción, específicamente en el asentado de muros. Las principales técnicas que utilizamos fueron la observación directa,

el registro de tiempos, y el análisis estadístico. A continuación, explico cada una de ellas en detalle:

1. Observación Directa

La observación directa fue una de las principales técnicas utilizadas en nuestro estudio. Consiste en observar de manera detallada y sin intervención el trabajo de los obreros mientras realiza sus tareas de asentado de muros. Durante esta observación, se registraron aspectos clave como la forma en que se distribuye el tiempo entre actividades productivas, contributivas y no productivas. Esta técnica permitió obtener una visión clara de cómo los obreros se desempeñan en su trabajo sin alterar su comportamiento, ya que no se les dio instrucciones sobre cómo realizar la tarea. Fue fundamental para identificar áreas de mejora y comprender en qué momentos se pierden o ganan tiempo en la obra.

Figura 2

Observación del trabajo de la cuadrilla



2. Registro de Tiempos

Otra técnica importante fue el registro de tiempos, que se utilizó para medir con precisión cuánto tiempo dedicaban los obreros a cada actividad. Se aplicó un sistema donde cada muestra de trabajo fue registrada en intervalos de 1 minuto, lo que permitió obtener datos detallados y específicos de los tiempos productivos y no productivos. Con esta técnica, logramos tener un control más exacto de cómo fluye el trabajo en la obra y cuáles son los factores que afectan la productividad. Además, el registro continuo de los tiempos permitió comparar el rendimiento antes y después de la implementación de las cartas balance, brindándonos datos valiosos para medir el impacto de esta herramienta en la productividad.

Figura 3

Toma de tiempos (equipo celular)



3. Análisis Estadístico

Finalmente, se utilizó el análisis estadístico para procesar todos los datos recolectados mediante las observaciones y los registros de tiempo. Con esta técnica,

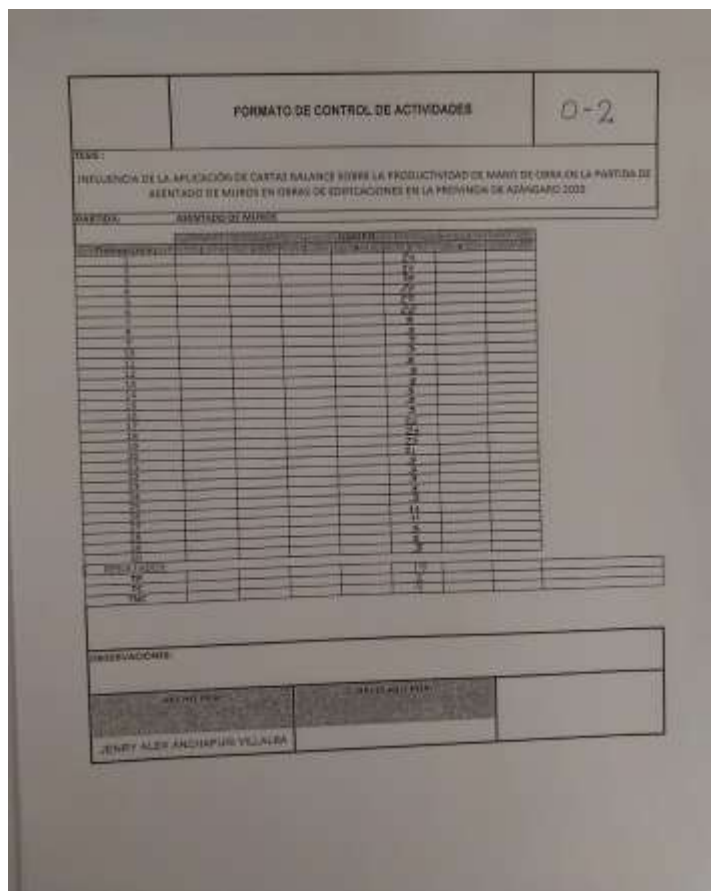
podimos organizar y analizar los datos de manera objetiva, permitiendo comparar los resultados de diferentes obreros y diferentes momentos del proyecto. El análisis estadístico nos ayudó a calcular promedios, porcentajes y otras métricas clave, lo que facilitó la identificación de patrones y la evaluación de los efectos de las cartas balance sobre la productividad. Gracias a esta técnica, pudimos respaldar nuestras conclusiones con cifras concretas y realizar recomendaciones basadas en evidencia empírica.

3.7.2 Instrumentos

En nuestro estudio, utilizamos varios instrumentos para llevar a cabo la recolección de datos y el análisis de la productividad de la mano de obra en el asentado de muros. Los principales instrumentos que empleamos fueron las hojas de registro de tiempos, los cronómetros, las encuestas y el Microsoft Excel para el análisis de datos. A continuación, te explico cómo utilizamos cada uno de ellos en detalle:

1. Hojas de Registro de Tiempos

Uno de los instrumentos clave que usamos fueron las hojas de registro de tiempos, que nos ayudaron a llevar un control detallado de los tiempos dedicados a cada actividad de los obreros. Estas hojas estaban diseñadas para registrar cada intervalo de trabajo de manera sistemática, lo que nos permitió identificar los tiempos productivos, contributivos y no productivos de manera clara. Las hojas de registro fueron completadas por los observadores durante las jornadas de trabajo y, con ellas, logramos capturar información precisa sobre la duración de las actividades realizadas por los obreros, lo cual fue fundamental para nuestro análisis.

Figura 4*Formato de registro de actividades*

Formato de registro de actividades

0-2

TÍTULO:
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PAVIMENTACIÓN
SEMENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZUAGUAS 2023

FECHA: 15/05/2023

ACTIVIDAD	FECHA	TIEMPO	REMARKS
1. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
2. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
3. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
4. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
5. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
6. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
7. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
8. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
9. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
10. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
11. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
12. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
13. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
14. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
15. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
16. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
17. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
18. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
19. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
20. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
21. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
22. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
23. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
24. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
25. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
26. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
27. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
28. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
29. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
30. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
31. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
32. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
33. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
34. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
35. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
36. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
37. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
38. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
39. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
40. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
41. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
42. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
43. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
44. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
45. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
46. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
47. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
48. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
49. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
50. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
51. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
52. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
53. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
54. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
55. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
56. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
57. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
58. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
59. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
60. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
61. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
62. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
63. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
64. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
65. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
66. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
67. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
68. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
69. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
70. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
71. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
72. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
73. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
74. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
75. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
76. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
77. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
78. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
79. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
80. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
81. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
82. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
83. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
84. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
85. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
86. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
87. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
88. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
89. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
90. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
91. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
92. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
93. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
94. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
95. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
96. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
97. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
98. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
99. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	
100. REVISIÓN DE PLANOS	15/05/2023	10	

OBSERVACIONES:

FECHA DE ELABORACIÓN: 15/05/2023

FECHA DE APROBACIÓN: 15/05/2023

ELABORADO POR: JENNY ALEX ANDRÉS VILLALBA

2. Cronómetros

El cronómetro fue otro instrumento esencial que utilizamos para medir los tiempos exactos de las actividades en las que los obreros estaban involucrados. Esta herramienta nos permitió realizar mediciones precisas de los intervalos de tiempo de cada tarea, asegurando que los datos recolectados fueran consistentes y controlados. Cada muestra se tomó con un tiempo de 1 minuto, y el cronómetro facilitó que pudiéramos registrar cada ciclo de trabajo de manera objetiva y en tiempo real, sin depender de estimaciones o de la memoria de los observadores.

3. Encuestas

Además de las observaciones y registros directos, utilizamos encuestas para obtener la percepción de los trabajadores y supervisores sobre la aplicación de las cartas

balance y su impacto en la productividad. Las encuestas fueron diseñadas con preguntas cerradas y abiertas, permitiéndonos obtener tanto datos cuantitativos como cualitativos. Con estas encuestas, pudimos conocer las opiniones de los trabajadores sobre la metodología implementada, los posibles obstáculos que enfrentaron durante la aplicación y las mejoras que consideraban más efectivas. Las respuestas de las encuestas complementaron los datos recolectados en campo, proporcionándonos una perspectiva más completa de los efectos de las cartas balance.

4. Software de Análisis de Datos

Finalmente, utilizamos un software de análisis de datos para procesar toda la información recolectada de las hojas de registro de tiempos, los cronómetros y las encuestas. Este software nos permitió organizar los datos de manera eficiente, calcular promedios, generar gráficos y realizar análisis estadísticos que nos ayudaron a interpretar los resultados. Gracias a esta herramienta, pudimos identificar patrones en la productividad de los obreros, calcular la mejora en los tiempos de trabajo y evaluar el impacto de las cartas balance en la eficiencia general de la obra.

a) Microsoft Excel

Sustento y uso en el estudio: Utilizamos Microsoft Excel para registrar y procesar los datos de tiempo recolectados en el campo. Cada intervalo de tiempo de las actividades realizadas por los obreros fue registrado en hojas de Excel, donde luego aplicamos fórmulas para calcular promedios, tiempos productivos y no productivos. Además, creamos gráficos y tablas que nos ayudaron a visualizar los resultados de manera clara y comparar el impacto de la implementación de las cartas balance sobre la productividad. Excel facilitó el análisis de grandes cantidades de datos de manera estructurada, ayudándonos a obtener conclusiones precisas.

b) Microsoft Word

Sustento y uso en el estudio: Microsoft Word fue utilizado para redactar todos los informes y documentos del estudio, incluyendo el marco teórico, la metodología y los resultados obtenidos. También nos permitió organizar y estructurar los hallazgos de manera clara y coherente. Durante el desarrollo de la investigación, se utilizó Word para transcribir y dar formato a las encuestas, las entrevistas con los trabajadores y los informes finales que presentaban los resultados obtenidos, asegurando que todo el contenido estuviera bien presentado y detallado para su análisis posterior.

c) Guías de Observación

Sustento y uso en el estudio: Utilizamos guías de observación durante el proceso de observación directa de los obreros en la obra. Estas guías nos ayudaron a organizar y registrar, de manera precisa y detallada, los comportamientos y las actividades de los obreros, especificando los momentos de trabajo productivo, contributivo y no productivo. La guía nos proporcionó un marco para anotar la información de manera estandarizada, asegurando que todos los datos fueran coherentes y comparables. Las guías de observación fueron esenciales para capturar datos relevantes durante las jornadas de trabajo y para tener un control preciso de los tiempos y actividades observadas.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

Primero, validamos los instrumentos con la ayuda de un asesor de tesis, quien revisó las guías de observación y las hojas de registro de tiempos para asegurarse de que estábamos midiendo lo que realmente queríamos: la productividad de los obreros en el asentado de muros. Con su apoyo, confirmamos que los instrumentos fueran adecuados para el propósito del estudio y que nos permitieran obtener datos claros y útiles para analizar la productividad.

Para garantizar que los resultados fueran confiables, tuvimos a dos ayudantes que nos apoyaron con el llenado de las fichas de datos. Aseguramos que todos siguieran el mismo procedimiento para registrar los tiempos y las actividades, lo que minimizó cualquier

variabilidad en los datos. Además, repetimos las observaciones en varias ocasiones, y los resultados fueron consistentes, lo que nos permitió confiar en que los instrumentos eran confiables y que los datos obtenidos eran consistentes.

3.9 Procedimiento y recolección de datos

En primer lugar, se procedió a medir los metros cuadrados avanzados en cada una de las obras, correspondientes a las cuatro viviendas en construcción. Este registro de avance permitió obtener una medición precisa del progreso alcanzado hasta ese momento. Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo del rendimiento considerando los días trabajados hasta la fecha, antes de aplicar la carta balance. Este cálculo inicial fue fundamental para establecer una base de comparación y evaluar la productividad de la cuadrilla en función del tiempo invertido y el avance logrado. Con los resultados obtenidos, se pudo proceder a un análisis más detallado mediante la aplicación de la carta balance, lo que permitió optimizar la evaluación del rendimiento en las distintas obras. Los resultados completos de este proceso se presentan en el capítulo 4, donde se detalla el impacto de estos cálculos en la planificación y gestión de las obras.

En nuestro estudio fue clave para obtener la información necesaria para analizar la productividad de la mano de obra en el proceso de asentado de muros. A continuación, describo cómo se llevó a cabo este proceso, teniendo en cuenta los instrumentos y técnicas previamente mencionados.

1. Etapa de Preparación

- Antes de comenzar la recolección de datos, preparamos los instrumentos necesarios para el estudio: las guías de observación y las hojas de registro de tiempos.
- Para asegurarnos de que estos instrumentos fueran apropiados, el asesor de tesis revisó las guías y las hojas de registro para verificar que realmente midieran lo que queríamos evaluar: el tiempo dedicado a actividades productivas, contributivas y no

productivas en la obra. Con la validación del asesor, los instrumentos fueron aprobados y listos para su uso.

2. Etapa de recolección de datos en el lugar

- La recolección de datos se realizó en cuatro puntos diferentes dentro de la provincia de Azángaro, donde se estaba haciendo el asentado de muros en varias obras.
- Primero, recorrimos diferentes áreas dentro de la provincia para identificar los lugares donde se realizaban estos trabajos. Así, elegimos estos cuatro puntos porque representaban bien las condiciones de trabajo de la zona. Cada uno estaba en un lugar distinto, lo que nos permitió tener una visión más completa del proceso en la provincia.
- Para ingresar a los puntos de observación, coordinamos con los supervisores de la obra, quienes nos dieron acceso para estar en las áreas de trabajo sin interrumpir a los obreros.

3. Etapa registro de Tiempos

- Durante las jornadas de trabajo, tuvimos apoyo de un personal que se encargaron de llenar las hojas de registro de tiempos y de usar las guías de observación para anotar lo que hacían los obreros.
- Antes de comenzar, todo el personal fue capacitado adecuadamente sobre cómo usar correctamente las fichas y las guías de observación. Se les explicó en detalle cómo clasificar las actividades de los obreros (productivas, contributivas y no productivas), así como la importancia de registrar los datos de manera precisa y continua.
- Cada vez que realizábamos las observaciones, las hacíamos en intervalos de 1 minuto, lo que nos permitió medir de forma exacta el tiempo que los obreros dedicaban a cada tarea. Para asegurar la precisión, utilizamos cronómetros durante todo el proceso de observación. Esto nos permitió medir con exactitud el tiempo dedicado a cada actividad sin margen de error.

- El registro de tiempos se realizó para todas las tareas de asentado de muros. Anotamos de manera continua el tiempo dedicado a actividades productivas (aquellas directamente relacionadas con el avance de la obra), contributivas (como tareas de apoyo o ayuda a otros obreros) y no productivas (retrasos, interrupciones o descansos).
- Cada obrero fue observado durante periodos específicos de 30 minutos, durante los cuales se registraron de manera detallada todos los tiempos correspondientes a las actividades que realizaba. Todos los datos obtenidos fueron ingresados con precisión en las hojas de registro para su posterior análisis.

4. Etapa análisis de los datos recolectados

- Una vez recolectados los datos, se procesaron y analizaron con Microsoft Excel. Los tiempos de las actividades productivas, contributivas y no productivas fueron organizados en tablas y luego analizados para calcular promedios, porcentajes de mejora y otras métricas que permitieran evaluar la productividad de los obreros antes y después de la implementación de las cartas balance.
- Los resultados fueron comparados para ver las variaciones y la mejora en la productividad tras aplicar la metodología.

3.10 Identificación de los rendimientos

Para obtener el rendimiento de una cuadrilla de 7 personas, partiendo de los datos de CAPECO, se aplica un procedimiento de proporcionalidad técnica basado en la capacidad de producción del personal calificado (el operario).

CAPECO establece sus rendimientos oficiales basándose en una Cuadrilla Tipo mínima. Para el asentado de muros, la norma técnica indica: Cuadrilla Base:

- 1 operario + 0.5 Peones.
- Rendimiento Base (R): 9.00 m²/día (para Ladrillo pandereta).

1. Balance de la Cuadrilla de 7 personas

- Configuración Técnica Correcta: 4 Operarios + 3 Peones.

Aquí la proporción es de 0.75 peones por operario. Esto garantiza que el operario nunca deje de asentar ladrillo, cumpliendo con el estándar de eficiencia.

2. Cálculo Matemático del Rendimiento (R_{total})

El rendimiento total es la suma de las capacidades de producción de los operarios presentes en la cuadrilla. La fórmula es:

$$R_{total} = N_{operarios} * R_{base}$$

Para el caso de ladrillo pandereta será:

$$N_{operarios} = 4$$

$$R_{base} = 9 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$\text{Calculo: } 4 * 9.00 = 36 \text{ m}^2/\text{día}$$

Tabla 4

Resumen de procedimientos

Paso	Descripción	Valor Resultante
1. Norma	Tabla CAPECO (Soga)	9.00 m ² /día
2. Cuadrilla	Definir especialistas (Operarios)	4 operarios
3. Multiplicador	Multiplicar Rendimiento × Operarios	4 × 9.00
4. Resultado	Rendimiento Fijo de Cuadrilla	36.00 m²/día

Este procedimiento es el que se ingresa en programas de presupuestos como S10.

3. Procedimiento para hallar el rendimiento en nuestro estudio

Se procederá a sumar los trabajos productivos y contributivos, ya que estos reflejan de manera precisa el avance real de la cuadrilla en la obra. Esta suma permitirá obtener una visión clara del progreso alcanzado. Por lo tanto, se llevará a cabo una comparativa detallada, que facilitará el análisis del rendimiento de la cuadrilla en relación con los objetivos establecidos y el tiempo invertido.

- Caso específico 1: $54.76\% + 21.90\% = 76.66\%$ (resultados de obra N°1)

Se ha determinado que el rendimiento será del 76.66%. A continuación, se procederá a realizar el cálculo correspondiente para obtener el rendimiento en un periodo de 30 minutos de trabajo de la cuadrilla, considerando que, durante una jornada de 8 horas, nuestra cuadrilla debería completar 36 m² de muros.

- Para 30 min: $36\text{m}^2/8\text{horas} \Rightarrow 4.5 \text{ m}^2/\text{hora} \Rightarrow 2.25\text{m}^2$ en 30 min

Ahora, aplicaremos la regla de tres simple para obtener los resultados precisos sobre el rendimiento de la cuadrilla de la obra número 1.

$$\text{rendimiento} = \frac{2.25\text{m}^2 * 76.66\%}{100\%}$$

$$\text{rendimiento} = 1.72\text{m}^2$$

Una vez completados todos los procedimientos y cálculos correspondientes, podemos concluir que la cuadrilla de la obra 1 alcanzó un rendimiento de 1.72 m² durante el periodo evaluado. Este resultado refleja la eficiencia y productividad del equipo en función del tiempo y los recursos utilizados, lo que nos permite realizar un análisis más detallado sobre el desempeño en la obra.

3.11 Procesamiento de datos y análisis

El procesamiento y análisis de datos se realizó de manera bastante directa para asegurarnos de que los resultados fueran claros y fáciles de entender.

1. Procesamiento de los Datos



Una vez que recopilamos toda la información de las hojas de registro y las guías de observación, ingresamos los datos en Microsoft Excel. Cada minuto de trabajo de los obreros se clasificó en tres categorías: tiempo productivo, tiempo contributivo (actividades que ayudan al trabajo, pero no son directamente productivas) y tiempo no productivo (cuando había retrasos o interrupciones). Esto nos permitió organizar los datos de manera clara y tener todo bien dividido.

2. Análisis de los Datos

Con los datos organizados en Excel, comenzamos a analizarlos para ver cómo la aplicación de las cartas balance afectó el trabajo de los obreros. Calculamos el promedio del tiempo que los obreros dedicaban a cada tipo de actividad y comparamos cómo cambió su productividad después de usar la herramienta. También hicimos gráficos simples para ver mejor las diferencias en los tiempos de trabajo y entender si hubo mejoras.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Información general del proyecto de estudio

La información general del proyecto de estudio en nuestro caso describe el contexto en el que se lleva a cabo la investigación sobre la productividad en el asentado de muros. El proyecto se centra en la provincia de Azángaro, donde se observa cómo el uso de las cartas balance puede mejorar la eficiencia de los obreros en tareas específicas de construcción. El estudio busca identificar las actividades productivas y no productivas durante el trabajo, para luego comparar los resultados antes y después de aplicar la herramienta, con el fin de medir su impacto en la productividad.

Este estudio se realiza en cuatro puntos dentro de la provincia de Azángaro, donde se está llevando a cabo la construcción de muros en diferentes obras. La información recolectada a través de observaciones directas y registros de tiempo permitirá obtener una visión clara de cómo la metodología Lean Construction influye en el trabajo diario de los obreros. Los resultados obtenidos servirán para recomendar posibles mejoras en los procesos constructivos y optimizar el uso de los recursos, contribuyendo a mejorar la eficiencia de las obras en la región.

Figura 5

Trabajos de asentado de muros



La figura destaca la ejecución de la partida de asentado de muros en varias obras ubicadas dentro de la provincia de Azángaro. En estas obras, se está llevando a cabo el levantamiento de los muros de albañilería confinada, un proceso clave para el desarrollo de la estructura de los edificios.

Localidad del estudio

Figura 6

Ingresa de la ciudad de Azángaro



4.1.1 Estado en el que se encontró las obras de asentado de muros

El estado en el que se encontraron las obras de asentado de muros al inicio del estudio mostró que se encontraban en una etapa intermedia del proceso de construcción. En las obras seleccionadas, se observó que varias partes de los muros ya estaban parcialmente completadas, pero aún quedaban áreas que requerían ajustes, como la colocación de bloques o el reforzamiento de las estructuras. En algunos casos, las bases y los cimientos ya estaban listos, pero los muros necesitaban más trabajo para finalizar la construcción.

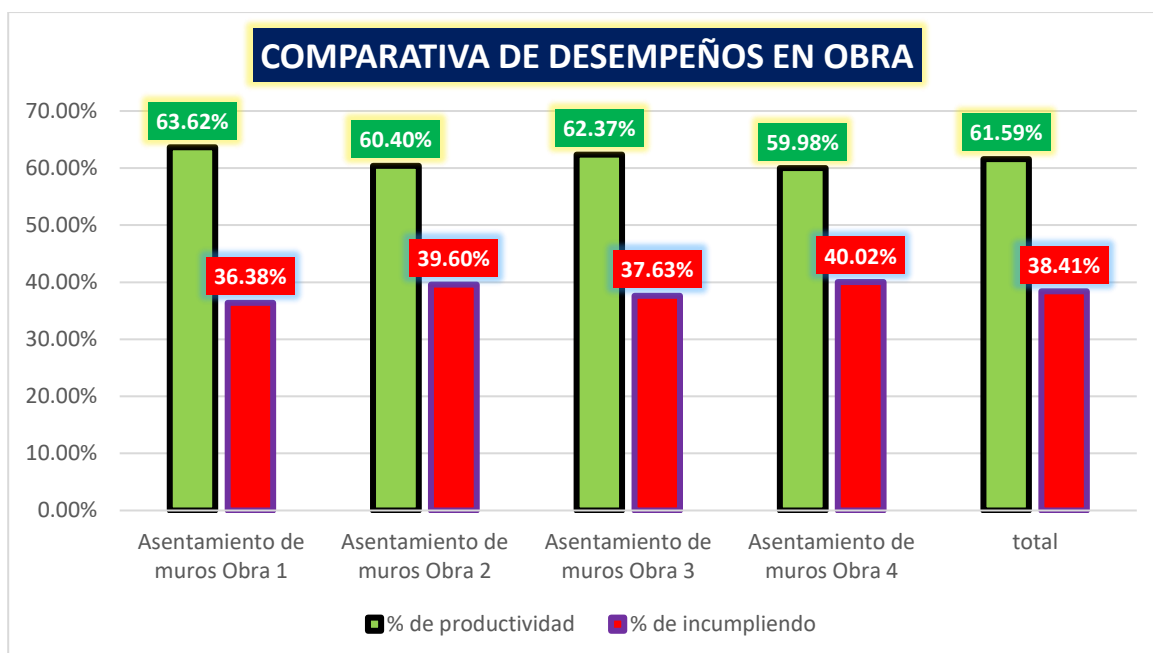
Las condiciones del terreno variaron entre las obras, algunas enfrentando dificultades debido a la topografía del área, mientras que otras tuvieron retrasos por problemas logísticos, como la falta de materiales o demoras en la entrega.

Tabla 5

Estado en el que se encontró las obras con respecto a la partida de asentado

Partida de asentado de muros		
Obras	% de productividad	% de incumpliendo
Asentado de muros Obra 1	63.62%	36.38%
Asentado de muros Obra 2	60.40%	39.60%
Asentado de muros Obra 3	62.37%	37.63%
Asentado de muros Obra 4	59.98%	40.02%
total	61.59%	38.41%

El gráfico muestra el estado de las obras de asentado de muros, destacando dos indicadores: productividad e incumplimiento. Cada fila representa una obra (Obra 1, Obra 2, Obra 3 y Obra 4), indicando el porcentaje de tareas completadas. Por ejemplo, la Obra 1 tuvo un 63.62% de productividad y un 36.38% de incumplimiento. En total, la productividad promedio fue del 61.59%, mientras que el incumplimiento fue del 38.41%. Esto indica que, aunque hubo un buen avance, aún hay áreas que requieren mejora en cuanto a plazos y estándares.

Figura 7*Comparativa de los valores recabados*

El gráfico comparativo de desempeño en obra muestra la relación entre el porcentaje de productividad y el porcentaje de incumplimiento para el asentado de muros en cuatro diferentes obras, además de un total acumulado. Las barras verdes representan el porcentaje de productividad, mientras que las barras rojas reflejan el porcentaje de incumplimiento. La Obra 1 presenta un 63.62% de productividad y un 36.38% de incumplimiento, destacándose por un buen rendimiento. La Obra 2 tiene un 60.40% de productividad y un 39.60% de incumplimiento. La Obra 3 muestra un desempeño similar con un 62.37% de productividad y un 37.63% de incumplimiento. Por último, la Obra 4 presenta un 59.98% de productividad y un 40.02% de incumplimiento. A nivel general, el total acumulado muestra un 61.59% de productividad y un 38.41% de incumplimiento. Este gráfico permite evaluar el rendimiento de cada obra y la efectividad en la ejecución de las tareas, facilitando la identificación de áreas que requieren atención para mejorar la eficiencia general del proyecto.

4.1.2 Aplicación de la carta balance

La aplicación de la carta balance en nuestro se refiere a la herramienta utilizada para registrar y analizar el tiempo que los obreros dedican a diferentes tareas durante el proceso de construcción de los muros. Esta herramienta ayuda a identificar las actividades productivas y no productivas, permitiendo encontrar áreas donde se puede mejorar la eficiencia y reducir los tiempos perdidos, con el objetivo de optimizar el trabajo en la obra.

4.1.2.1 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 1)

Tabla 6

Acciones realizadas en el desarrollo de la partida

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Colocación de ladrillos o bloques
2	Aplicación de mortero en las hiladas
3	Nivelación y alineación de los muros
4	Revisión y corrección de irregularidades en las hiladas
5	Uso de herramientas adecuadas para el asentado de muros
6	Compactación del mortero entre los ladrillos
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Recepción y organización del material de asentado de muros
12	Transporte de material a la zona de trabajo
13	Ajuste y calibración de maquinaria para el proceso de asentado de muros
14	herramientas y equipos auxiliares (palas, niveladores, etc.)
15	Coordinación del equipo de trabajo y asignación de funciones
16	Comunicación y toma de decisiones en el campo
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Demoras por falta de directrices operativas claras o cambios en la secuencia
22	Retrasos por falta de suministro de insumos esenciales como ladrillos u otros materiales
23	Refacciones y correcciones a la alineación o nivelación previas
24	Interrupciones en el flujo de trabajo debido a conflictos de espacio o solapamientos
25	Retrabajos ocasionados por fallas en el diseño o modificaciones de última hora

Resultado de la muestra (carta balance)

El resultado de la muestra correspondiente a la obra número 1, tras la implementación de las cartas balance, muestra una mejora en los indicadores de productividad de la mano de obra. La utilización de esta metodología permitió una

optimización en la planificación y distribución de las tareas, lo que se reflejó en una reducción de los tiempos de inactividad y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. A través del análisis de los datos recopilados durante el proceso, se evidenció un incremento en la eficiencia de las actividades, con una mejora en los tiempos de ejecución de las tareas clave en el asentado de muros. Estos resultados iniciales sugieren que el uso de las cartas balance tuvo un impacto positivo en la organización del trabajo, lo que a su vez contribuyó a una mayor eficiencia en la obra número 1.

Tabla 7

Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 1

	OBRERO							
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	
1	3	4	2	5	1	11	22	Evaluación de productividad de la cuadrilla durante 30 min (m2) Cuadrilla Rendimiento de la cuadrilla 1.72 m2 durante 30 min. El cálculo se realiza con ayuda de los estándares establecidos en el manual de CAPECO sumando los TP y TC para hacer el cálculo respectivo del avance de la cuadrilla.
2	3	4	24	5	1	11	22	
3	3	14	24	13	1	11	22	
4	3	14	24	13	1	11	22	
5	3	14	24	13	1	11	22	
6	3	14	24	13	1	11	16	
7	3	14	24	13	1	6	16	
8	3	14	2	12	1	6	16	
9	15	14	12	12	1	6	16	
10	15	4	12	12	1	6	16	
11	15	4	12	12	22	6	2	
12	15	4	12	5	22	23	2	
13	15	4	12	5	22	23	2	
14	15	4	12	5	22	23	2	
15	3	22	2	5	22	23	2	
16	3	22	2	5	22	23	6	
17	3	22	2	5	22	23	22	
18	4	22	2	5	1	6	22	
19	3	22	2	5	1	6	22	
20	3	22	2	5	1	6	22	
21	3	23	2	5	1	6	2	
22	23	4	2	21	1	6	2	
23	24	4	2	21	1	6	2	
24	24	4	2	21	16	23	2	
25	24	4	2	21	14	23	2	
26	24	4	2	21	14	23	2	
27	3	4	2	21	14	6	2	
28	3	4	2	5	14	6	2	
29	3	4	2	5	15	6	2	
30	3	4	2	5	15	6	2	

Los datos mostrados reflejan los resultados de una carta balance aplicada en la obra número 1, donde se observa el rendimiento de los obreros a lo largo de un periodo de tiempo determinado. En cada fila se registra el tiempo transcurrido, mientras que las columnas representan los resultados obtenidos por cada obrero.

Tabla 8

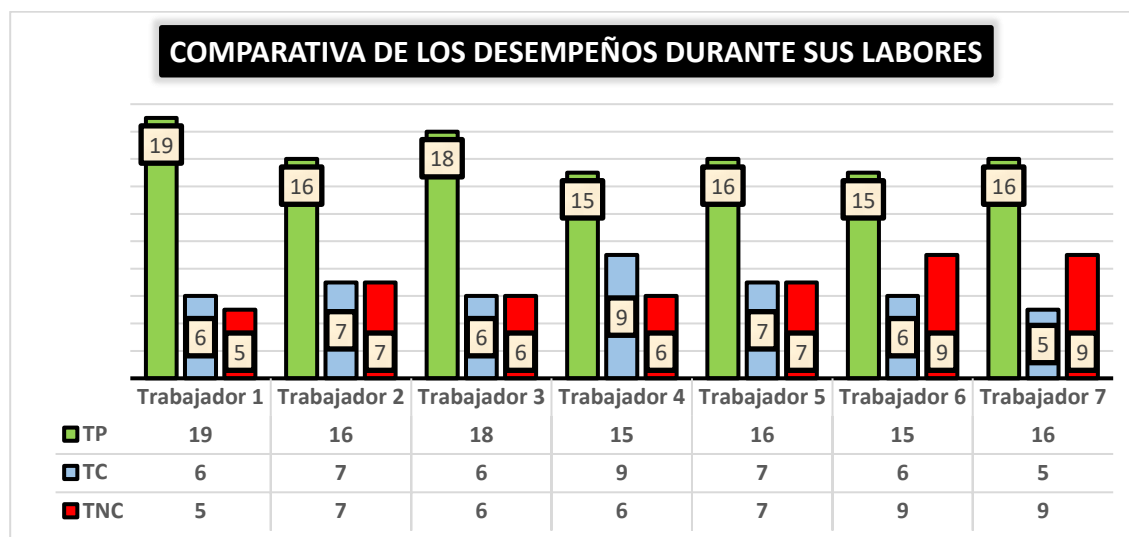
Conteo de actividades observadas durante la evaluación

RESULTADOS:	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Trabajador 6	Trabajador 7
TP	19	16	18	15	16	15	16
TC	6	7	6	9	7	6	5
TNC	5	7	6	6	7	9	9

Los valores proporcionados permiten observar el desempeño de cada trabajador en relación con las distintas actividades realizadas durante la partida, facilitando el análisis de su productividad en términos de las tareas ejecutadas.

Figura 8

Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 1



Los gráficos comparativos muestran las actividades realizadas por cada trabajador durante el proceso de asentado de muros. Se destacan tres tipos de actividades: TP (verde), TC (azul) y TNC (rojo). Cada barra vertical representa la cantidad de actividades de cada tipo realizadas por los trabajadores, lo que permite ver claramente su desempeño y comparar la productividad de cada uno.

Tabla 9

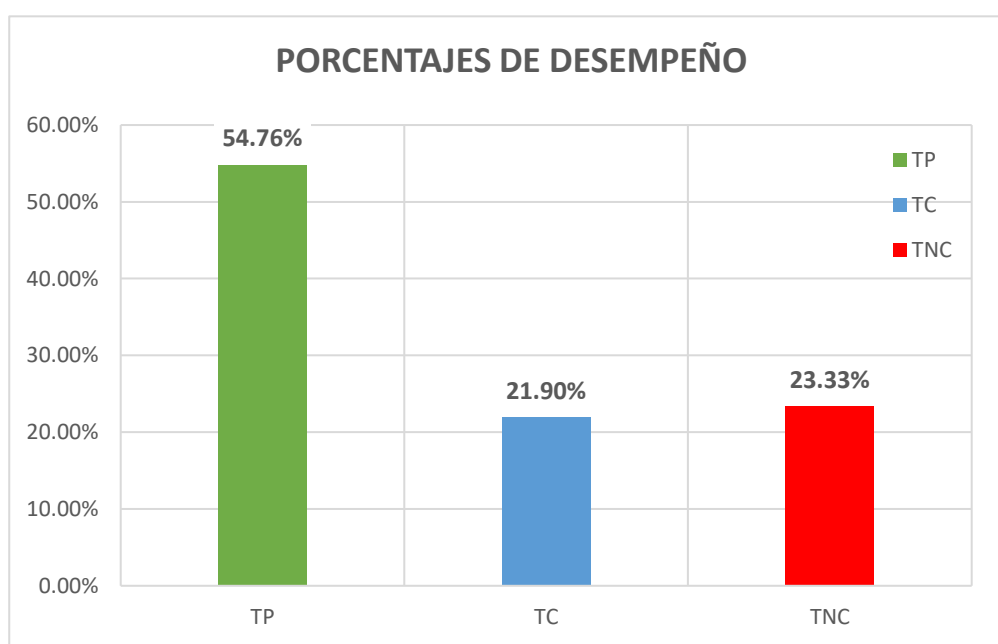
Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 1

Porcentajes	
TP	54.76%
TC	21.90%
TNC	23.33%

Los datos muestran los porcentajes obtenidos de la carta balance para la Obra 1, detallando la distribución de las actividades realizadas. Se presentan tres categorías: TP (54.76%), TC (21.90%) y TNC (23.33%), cada una representada por un color: verde para TP, azul para TC y rojo para TNC.

Figura 9

Cifras porcentuales globales de la obra 1 con la aplicación de la carta balance



El gráfico muestra los porcentajes globales de las actividades realizadas en la obra 1, según los resultados de la carta balance. Se destacan tres categorías: TP (54.76%), TC (21.90%) y TNC (23.33%), representadas por barras tridimensionales de colores verde, azul y rojo, respectivamente. Estas barras permiten visualizar la proporción de cada tipo de actividad en relación con el total de actividades realizadas, ofreciendo una representación clara de la distribución de tareas dentro de la obra.

4.1.2.2 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 2)

Tabla 10

Acciones realizadas en el desarrollo de la partida

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Colocación de ladrillos o bloques
2	Aplicación de mortero en las hiladas
3	Nivelación y alineación de los muros
4	Revisión y corrección de irregularidades en las hiladas
5	Uso de herramientas adecuadas para el asentado de muros
6	Compactación del mortero entre los ladrillos
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Recepción y organización del material de asentado de muros
12	Transporte de material a la zona de trabajo
13	Ajuste y calibración de maquinaria para el proceso de asentado de muros
14	herramientas y equipos auxiliares (palas, niveladores, etc.)
15	Coordinación del equipo de trabajo y asignación de funciones
16	Comunicación y toma de decisiones en el campo
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Demoras por falta de directrices operativas claras o cambios en la secuencia
22	Retrasos por falta de suministro de insumos esenciales como ladrillos u otros materiales
23	Refacciones y correcciones a la alineación o nivelación previas
24	Interrupciones en el flujo de trabajo debido a conflictos de espacio o solapamientos
25	Retrabajos ocasionados por fallas en el diseño o modificaciones de última hora

Resultado de la muestra (carta balance)

El análisis de los resultados obtenidos en la obra número 2, tras la implementación de la metodología de cartas balance, revela una notable mejora en los indicadores de productividad relacionados con la mano de obra. La incorporación de esta herramienta de gestión permitió una optimización significativa en la planificación y distribución de las tareas, lo que se tradujo en una disminución considerable de los tiempos de inactividad y un uso más eficiente de los recursos disponibles. Este cambio en la dinámica de trabajo no solo facilitó la ejecución de las actividades, sino que también permitió un aprovechamiento más efectivo del tiempo, contribuyendo a una mayor eficiencia en el proceso de construcción.

Tabla 11

Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 2

	OBRERO							
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	
1	25	1	2	22	24	11	1	Evaluación de productividad de la cuadrilla durante 30 min (m2) Cuadrilla Rendimiento de la cuadrilla 1.70 m2 durante 30 min. El cálculo se realiza con ayuda de los estándares establecidos en el manual de CAPECO sumando los TP y TC para hacer el cálculo respectivo del avance de la cuadrilla.
2	25	1	2	13	24	11	1	
3	25	23	2	13	24	11	2	
4	25	23	2	13	22	25	2	
5	25	23	2	13	22	25	2	
6	6	23	2	13	3	6	2	
7	6	23	2	13	3	6	2	
8	11	23	2	13	3	11	2	
9	11	1	21	13	3	11	23	
10	11	1	21	4	3	11	23	
11	11	1	21	4	3	11	23	
12	6	1	21	4	3	6	23	
13	6	1	21	4	3	6	22	
14	6	1	21	4	3	6	22	
15	6	1	2	4	3	24	2	
16	24	1	2	4	3	24	1	
17	24	1	2	4	26	24	1	
18	6	15	2	4	25	6	15	
19	6	15	16	4	25	6	15	
20	6	15	16	4	21	6	15	
21	6	15	16	4	3	6	15	
22	6	15	16	4	3	6	15	
23	12	15	16	4	3	12	15	
24	12	15	16	4	3	12	15	
25	12	1	16	4	3	12	1	
26	12	1	16	4	11	12	1	
27	6	1	2	23	11	6	1	
28	24	1	2	23	3	2	1	
29	24	23	2	23	3	2	23	
30	6	23	2	23	3	24	23	

Los datos mostrados reflejan los resultados de una carta balance aplicada en la obra número 2, donde se observa el rendimiento de los obreros a lo largo de un periodo de tiempo determinado. En cada fila se registra el tiempo transcurrido, mientras que las columnas representan los resultados obtenidos por cada obrero. Los valores están organizados mediante una codificación de colores (verde, azul y rojo), lo que permite identificar las distintas actividades o niveles de rendimiento de los trabajadores en intervalos específicos. Esta estructura facilita el análisis de la eficiencia de cada obrero a lo largo de la jornada laboral.

Tabla 12

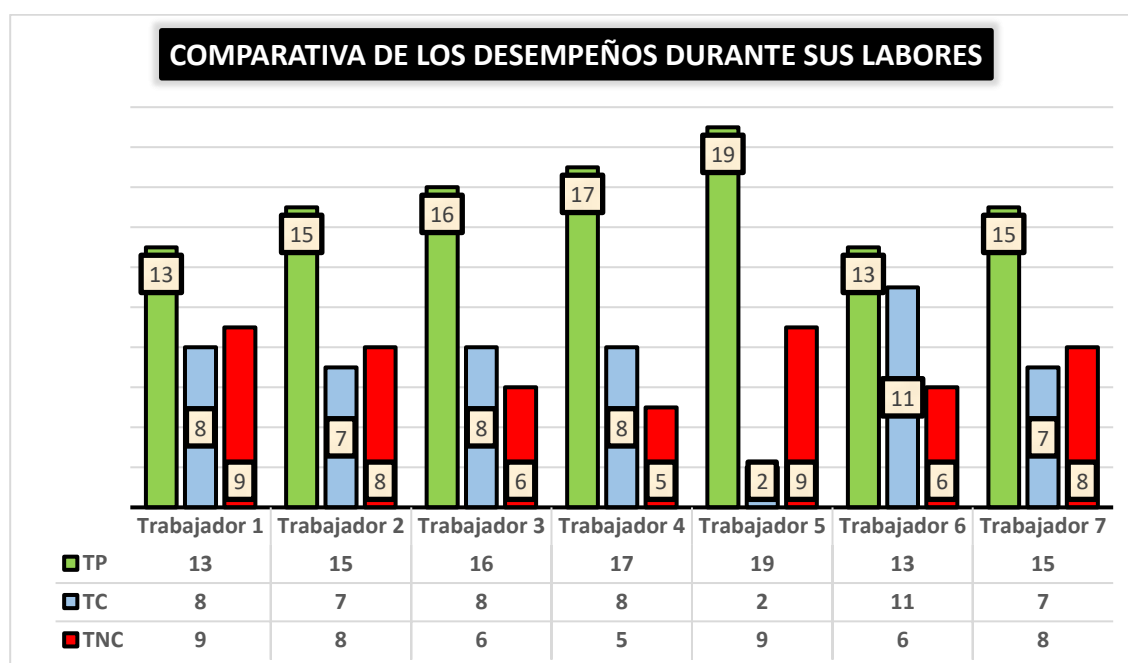
Total de actividades realizadas en el transcurso de la partida

RESULTADOS:	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Trabajador 6	Trabajador 7
TP	13	15	16	17	19	13	15
TC	8	7	8	8	2	11	7
TNC	9	8	6	5	9	6	8

Los resultados muestran el total de actividades realizadas por cada trabajador durante el transcurso de la jornada.

Figura 10

Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 2



El gráfico compara el desempeño de los trabajadores durante la ejecución de la obra número 2, presentando las actividades realizadas en tres categorías: TP (verde), TC (azul) y TNC (rojo). Los datos reflejan la cantidad de actividades completadas por cada trabajador. Por ejemplo, el Trabajador 1 cumplió con 13 actividades TP, 8 actividades TC y 7 actividades TNC. El Trabajador 2 logró 15 actividades TP, 7 TC y 8 TNC, mientras que el Trabajador 4 destacó con 19 actividades TP, 8 TC y 9 TNC. Los trabajadores 5 y 6 también presentaron altos valores en TP, con 19 y 15 actividades, respectivamente.

Tabla 13

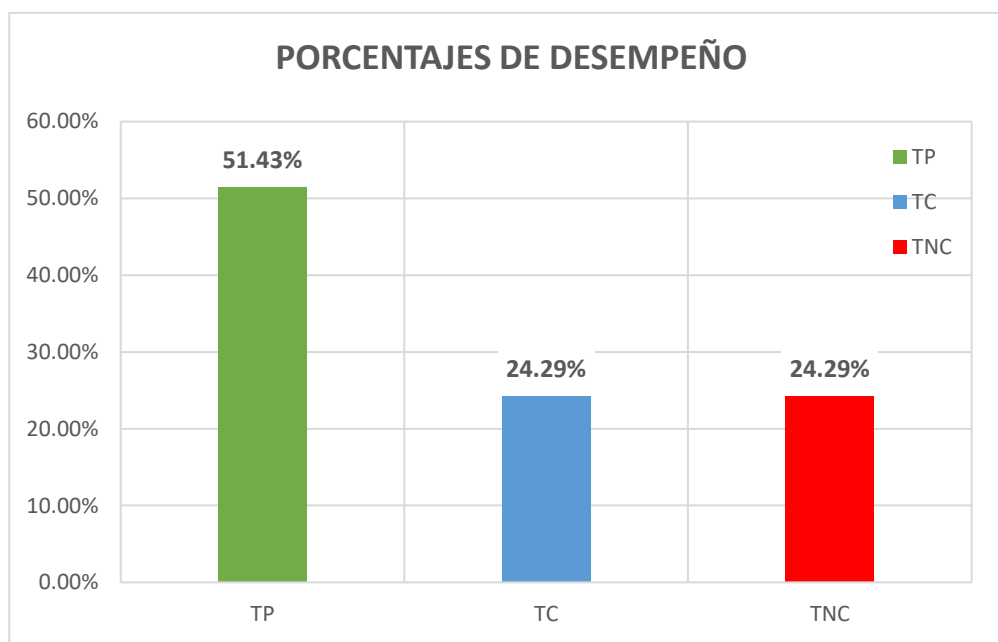
Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 2

Porcentajes	
TP	51.43%
TC	24.29%
TNC	24.29%

El gráfico muestra los porcentajes obtenidos de la carta balance para la Obra 2, distribuidos en tres categorías de actividades: TP (verde), TC (azul) y TNC (rojo). Según los datos, el 51.43% de las actividades fueron clasificadas como TP, mientras que tanto TC como TNC representaron 24.29% cada una.

Figura 11

Cifras porcentuales globales de la obra 2 con la aplicación de la carta balance



El gráfico muestra los porcentajes globales de las actividades realizadas en la obra 2, según los resultados de la carta balance. Se destacan tres categorías: TP (51.43%), TC (24.29%) y TNC (24.29%), representadas por barras tridimensionales de colores verde, azul y rojo, respectivamente.

4.1.2.3 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 3)

Tabla 14

Acciones realizadas en el desarrollo de la partida

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Colocación de ladrillos o bloques
2	Aplicación de mortero en las hiladas
3	Nivelación y alineación de los muros
4	Revisión y corrección de irregularidades en las hiladas
5	Uso de herramientas adecuadas para el asentado de muros
6	Compactación del mortero entre los ladrillos
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Recepción y organización del material de asentado de muros
12	Transporte de material a la zona de trabajo
13	Ajuste y calibración de maquinaria para el proceso de asentado de muros
14	herramientas y equipos auxiliares (palas, niveladores, etc.)
15	Coordinación del equipo de trabajo y asignación de funciones
16	Comunicación y toma de decisiones en el campo
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Demoras por falta de directrices operativas claras o cambios en la secuencia
22	Retrasos por falta de suministro de insumos esenciales como ladrillos u otros materiales
23	Refacciones y correcciones a la alineación o nivelación previas
24	Interrupciones en el flujo de trabajo debido a conflictos de espacio o solapamientos
25	Retrabajos ocasionados por fallas en el diseño o modificaciones de última hora

Resultado de la muestra (carta balance)

Tabla 15

Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 3

	OBRERO							
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	
1	3	4	13	1	5	6	21	Evaluación de productividad de la cuadrilla durante 30 min (m2) Cuadrilla Rendimiento de la cuadrilla 1.75 m2 durante 30 min.
2	3	4	13	1	5	6	21	
3	3	4	13	1	5	6	21	
4	3	25	13	2	5	6	21	
5	3	25	13	2	5	6	21	
6	12	25	13	2	12	12	12	
7	12	25	1	13	12	12	12	
8	12	25	1	12	12	12	12	
9	12	25	1	12	12	12	12	

10	12	4	1	12	12	6	4	El cálculo se realiza con ayuda de los estándares establecidos en el manual de CAPECO sumando los TP y TC para hacer el cálculo respectivo del avance de la cuadrilla.
11	3	4	1	12	12	6	4	
12	3	4	1	2	5	6	4	
13	3	4	26	2	5	6	4	
14	3	4	26	2	5	6	4	
15	3	16	26	2	5	6	4	
16	21	16	26	22	5	13	4	
17	21	16	26	22	5	13	4	
18	21	16	26	22	25	13	4	
19	21	16	22	22	25	6	23	
20	21	16	1	2	25	6	23	
21	3	16	1	2	25	6	23	
22	3	4	1	2	25	6	23	
23	3	4	1	2	25	6	4	
24	3	4	1	4	25	22	15	
25	3	4	1	2	5	22	4	
26	3	4	1	2	5	22	4	
27	3	4	2	2	5	22	4	
28	3	4	1	2	5	22	1	
29	3	4	2	26	3	21	4	
30	21	4	2	26	3	2	4	

Los datos mostrados reflejan los resultados de una carta balance aplicada en la Obra 2, donde se observa el rendimiento de los obreros durante un periodo de tiempo determinado. En cada fila se registra el tiempo transcurrido, mientras que las columnas representan los resultados de cada obrero. Los valores están organizados con una codificación de colores (verde, azul y rojo), lo que permite identificar las distintas actividades y niveles de rendimiento de los trabajadores en intervalos específicos. Esta estructura facilita el análisis de la eficiencia de cada obrero a lo largo de su jornada laboral.

Tabla 16

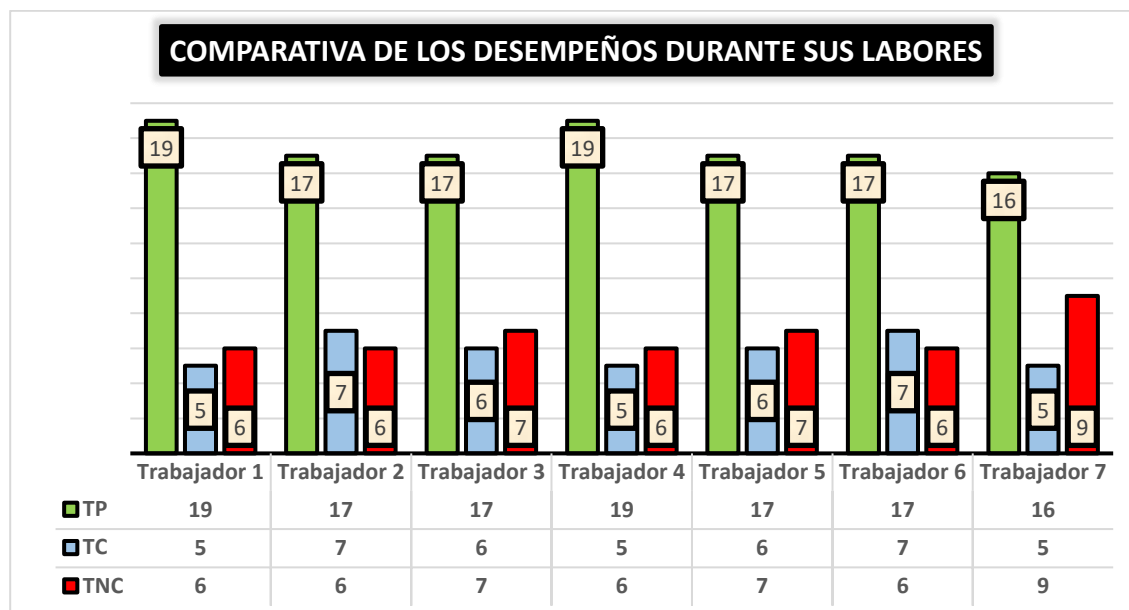
Total de actividades realizadas en el transcurso de la partida

RESULTADOS:	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Trabajador 6	Trabajador 7
TP	19	17	17	19	17	17	16
TC	5	7	6	5	6	7	5
TNC	6	6	7	6	7	6	9

Los valores proporcionados permiten observar el desempeño de cada trabajador en relación con las distintas actividades realizadas durante la partida, facilitando el análisis de su productividad en términos de las tareas ejecutadas.

Figura 12

Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 3



El gráfico compara el desempeño de los trabajadores en la Obra 3, mostrando las actividades realizadas en tres categorías: TP (verde), TC (azul) y TNC (rojo). Los datos muestran que el Trabajador 1 y el Trabajador 2 completaron 19 actividades TP, pero con variaciones en TC y TNC. El Trabajador 7 realizó 16 actividades TP, pero también completó 9 tareas TNC, lo que indica una distribución diferente de su trabajo. La mayoría de las actividades se centraron en TP, sugiriendo un enfoque en las tareas principales, mientras que las actividades TNC fueron menos frecuentes, lo que resalta diferencias en la organización del trabajo entre los obreros.

Tabla 17

Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 3

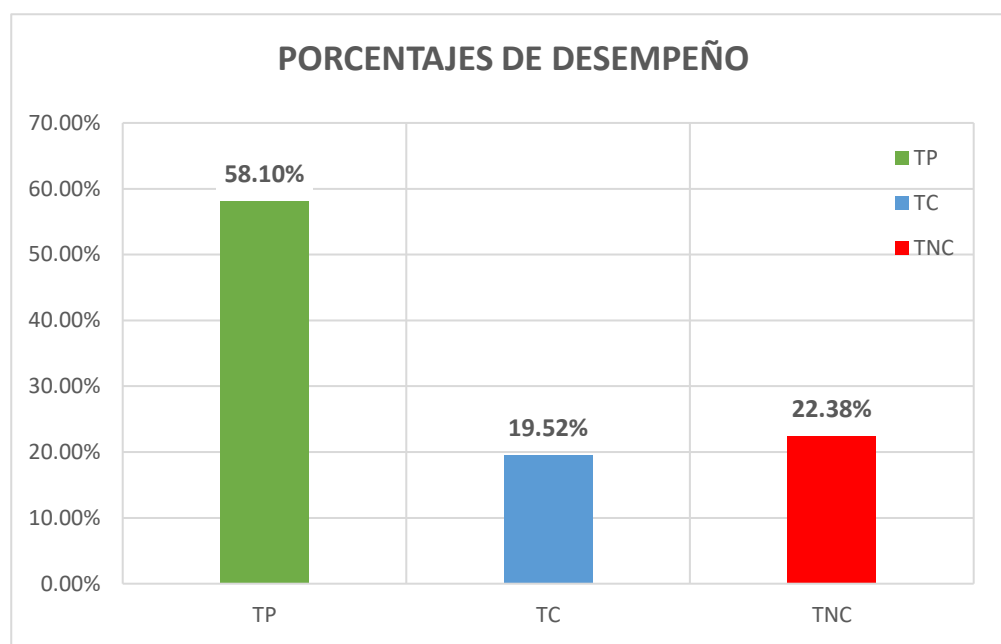
Porcentajes	
TP	58.10%
TC	19.52%
TNC	22.38%

El gráfico muestra los porcentajes obtenidos de la carta balance para la Obra 3, con la distribución de actividades en tres categorías: TP (verde), TC (azul) y TNC (rojo). Según

los datos, el 58.10% de las actividades fueron TP, lo que indica que la mayoría de las tareas se centraron en estas. El 19.52% correspondió a TC, y el 22.38% a TNC, lo que sugiere que, aunque hubo actividades secundarias, el enfoque principal estuvo en las tareas de TP.

Figura 13

Cifras porcentuales globales de la obra 3 con la aplicación de la carta balance



El gráfico muestra los porcentajes globales obtenidos de la carta balance para la obra número 3. Se destacan tres categorías: TP (58.10%), TC (19.52%) y TNC (22.38%), representadas por barras tridimensionales de colores verde, azul y rojo, respectivamente. La mayor proporción de actividades se concentró en TP, que abarca más de la mitad de las tareas realizadas. Las actividades TC y TNC representan una parte más pequeña del total, con un 19.52% y un 22.38%, respectivamente. Esta distribución resalta un enfoque principal en las actividades TP, mientras que las tareas secundarias se realizaron en menor medida.

4.1.2.4 Indicadores de rendimiento productivo (obra número 4)

Tabla 18

Acciones realizadas en el desarrollo de la partida

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Colocación de ladrillos o bloques
2	Aplicación de mortero en las hiladas
3	Nivelación y alineación de los muros
4	Revisión y corrección de irregularidades en las hiladas
5	Uso de herramientas adecuadas para el asentado de muros
6	Compactación del mortero entre los ladrillos
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Recepción y organización del material de asentado de muros
12	Transporte de material a la zona de trabajo
13	Ajuste y calibración de maquinaria para el proceso de asentado de muros
14	herramientas y equipos auxiliares (palas, niveladores, etc.)
15	Coordinación del equipo de trabajo y asignación de funciones
16	Comunicación y toma de decisiones en el campo
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Demoras por falta de directrices operativas claras o cambios en la secuencia
22	Retrasos por falta de suministro de insumos esenciales como ladrillos u otros materiales
23	Refacciones y correcciones a la alineación o nivelación previas
24	Interrupciones en el flujo de trabajo debido a conflictos de espacio o solapamientos
25	Retrabajos ocasionados por fallas en el diseño o modificaciones de última hora

Resultado de la muestra (carta balance)

Estos resultados preliminares no solo respaldan la efectividad de la metodología en este proyecto, sino que también subrayan su potencial para incrementar la productividad y eficiencia en proyectos futuros.

Tabla 19

Resultados obtenidos con la carta balance en la obra numero 4

	OBRERO							
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	
1	3	25	16	23	1	6	22	Evaluación de productividad de la cuadrilla durante 30 min (m2) Cuadrilla
2	23	25	16	4	1	6	22	
3	23	25	16	4	1	24	22	
4	2	2	16	4	1	24	12	
5	2	2	16	4	15	24	12	
6	2	2	3	16	14	24	12	
7	2	2	3	16	14	5	12	

8	11	2	3	16	14	5	12	Rendimiento de la cuadrilla 1.76 m2 durante 30 min. El cálculo se realiza con ayuda de los estándares establecidos en el manual de CAPECO sumando los TP y TC para hacer el cálculo respectivo del avance de la cuadrilla.
9	11	2	3	16	14	5	12	
10	11	2	25	16	1	5	4	
11	11	2	25	16	1	5	4	
12	11	2	3	4	1	5	4	
13	2	25	3	4	1	5	4	
14	2	25	3	4	1	5	24	
15	2	2	3	4	1	5	24	
16	2	2	3	4	1	5	4	
17	23	2	3	4	1	5	4	
18	23	2	3	4	1	14	4	
19	23	2	3	23	1	14	23	
20	2	2	3	23	1	14	23	
21	2	2	3	4	1	14	23	
22	11	2	3	4	1	6	23	
23	11	2	26	4	1	5	4	
24	1	2	26	23	26	5	15	
25	2	2	26	23	26	5	4	
26	3	2	26	23	25	5	4	
27	2	2	3	4	25	5	4	
28	2	2	3	4	1	5	1	
29	22	25	3	4	1	25	4	
30	22	25	3	4	1	25	4	

Los datos muestran los resultados de la carta balance aplicada en la Obra 2, donde se puede ver cómo fue el rendimiento de los obreros durante un período de tiempo específico.

Tabla 20

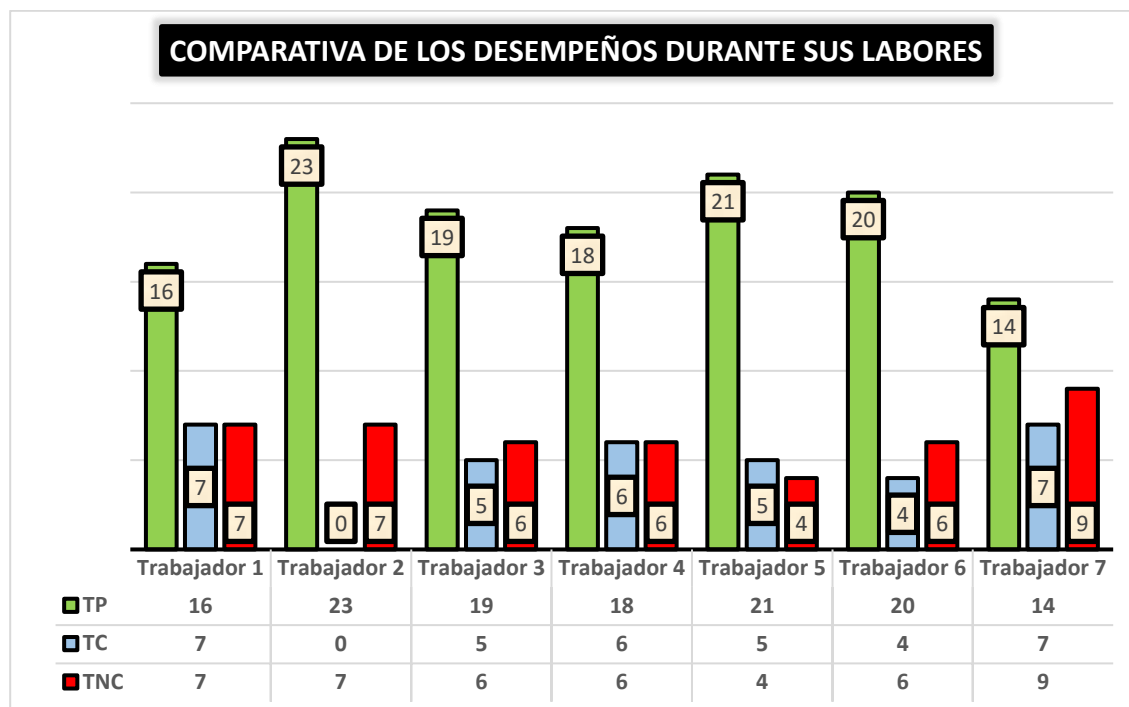
Total de actividades realizadas en el transcurso de la partida

RESULTADOS:	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Trabajador 6	Trabajador 7
TP	16	23	19	18	21	20	14
TC	7	0	5	6	5	4	7
TNC	7	7	6	6	4	6	9

El gráfico muestra el total de actividades realizadas por un grupo de trabajadores durante un período específico, organizadas en tres categorías: TP (Trabajos Productivos), TC (Productos Complementarios) y TNC (Trabajos No Complementarios). En la categoría TP (verde), se registran las actividades productivas, con valores que varían entre 14 y 23. En TC (azul), se muestran los productos complementarios, con algunos trabajadores sin realizar este tipo de tarea y otros completando hasta 7. Finalmente, en TNC (rojo), se registran los trabajos no complementarios, con valores entre 4 y 9, indicando las tareas que no se completaron.

Figura 14

Actividades cumplidas durante la ejecución de la partida – obra 4



Cada barra representa a un trabajador, y la altura de cada segmento dentro de la barra corresponde a la cantidad de actividades realizadas en cada categoría. Los segmentos verdes representan los trabajos productivos (TP), los segmentos azules indican los productos complementarios (TC), y los segmentos rojos muestran los trabajos no complementarios (TNC).

Tabla 21

Porcentajes obtenidos de la carta balance - obra 4

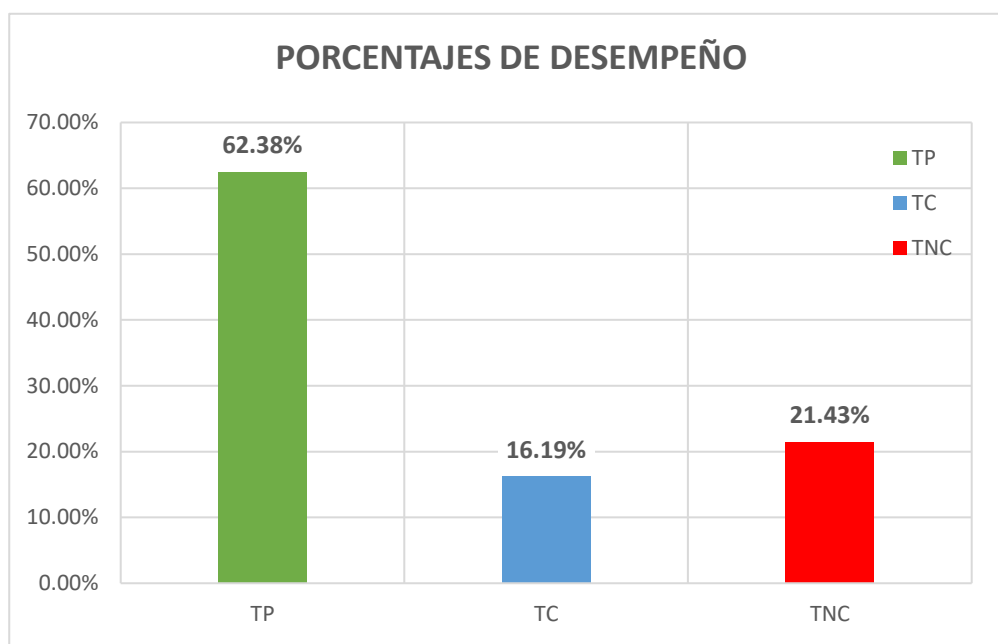
Porcentajes	
TP	62.38%
TC	16.19%
TNC	21.43%

Los porcentajes muestran la distribución de actividades en cada categoría. El TP (Trabajos Productivos) representa el 62.38%, indicando que la mayoría del trabajo fue productivo. El TC (Productos Complementarios) es el 16.19%, y el TNC (Trabajos No Complementarios)

representa el 21.43%. Este análisis permite evaluar el enfoque y la eficiencia en las tareas clave de la obra.

Figura 15

Cifras porcentuales globales de la obra 4 con la aplicación de la carta balance



En el gráfico, la barra verde representa el TP, que constituye el 62.38% del total de actividades, indicando que la mayor parte del trabajo realizado fue productivo. La barra azul, correspondiente al TC, muestra el 16.19%, lo que refleja una menor cantidad de actividades complementarias. Por último, la barra roja, que representa el TNC, alcanza un 21.43%, lo que indica una proporción significativa de trabajos no complementarios. Este gráfico visualiza claramente cómo se distribuyen los esfuerzos en las distintas actividades dentro de la obra 4.

4.1.3 Comparativa del antes y después de la aplicación de la carta balance

La comparativa de los valores actuales con los anteriores a la carta balance es un análisis que compara el desempeño de los trabajadores y la eficiencia de los procesos antes y después de usar la carta balance. Su objetivo es ver si ha habido mejoras o retrocesos en la productividad, el cumplimiento de plazos y la calidad del trabajo. Este

análisis ayuda a tomar decisiones para optimizar los recursos y ajustar las estrategias de trabajo, permitiendo realizar correcciones a tiempo y asegurando que se cumplan los objetivos del proyecto. Es una herramienta clave para mejorar la planificación y la gestión de las obras.

Tabla 22

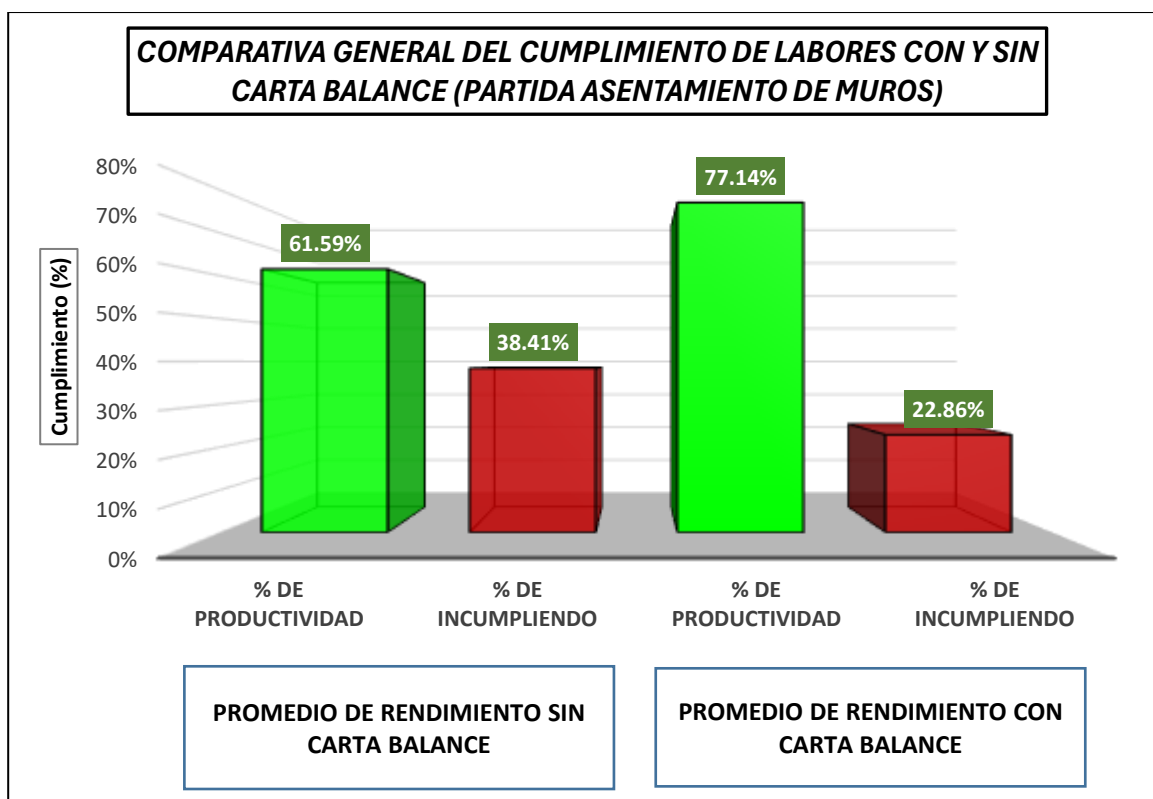
Contraste en la productividad entre los trabajos convencionales y los optimizados

comparativa del cumplimiento de la partida de asentado de muros				
Subrasante	Nivel de productividad	Nivel de incumpliendo	Nivel de productividad con carta balance	Nivel de incumpliendo con carta balance
Obra número 1	63.62%	36.38%	76.66%	23.34%
Obra número 2	60.40%	39.60%	75.72%	24.28%
Obra número 3	62.37%	37.63%	77.62%	22.38%
Obra número 4	59.98%	40.02%	78.57%	21.43%
total	61.59%	38.41%	77.14%	22.86%

La tabla muestra una comparación entre los trabajos convencionales y los optimizados con carta balance en relación con la partida de asentado de muros. Para cada obra (Obra número 1, 2, 3 y 4), se presentan dos conjuntos de datos: el nivel de productividad y el nivel de incumplimiento de los trabajos convencionales, junto con los valores correspondientes de productividad e incumplimiento después de aplicar la carta balance. En general, la productividad aumenta cuando se implementa la carta balance, pasando del 61.59% al 77.14% en total, lo que refleja una mejora significativa en la eficiencia. Por otro lado, el nivel de incumplimiento disminuye considerablemente, reduciéndose del 38.41% al 22.86% tras la optimización del proceso.

Figura 16

Porcentajes generales en cuanto al cumplimiento de labores en obras de asentado de muros



La gráfica presentada muestra una comparativa general del cumplimiento de labores en obras de asentado de muros con y sin la aplicación de la carta balance, representando tanto la productividad como el incumplimiento en dos escenarios: antes y después de implementar la carta balance. Esta comparación se divide en dos categorías principales:

- **Productividad:**

Antes de la carta balance: El porcentaje de productividad alcanzó el 61.59%, lo que indica que, antes de la implementación de la carta balance, el rendimiento general de los trabajadores fue moderado.

Después de la carta balance: La productividad aumentó significativamente al 77.14%, reflejando una mejora notable en la eficiencia de las labores al optimizar el proceso de trabajo mediante el uso de la carta balance. Esta mejora sugiere que la carta balance contribuye eficazmente a aumentar la producción, optimizando los recursos y el tiempo.

- **Incumplimiento:**

Antes de la carta balance: El porcentaje de incumplimiento fue del 38.41%, lo que señala que una parte considerable de las tareas no se completó según los estándares o plazos previstos en el proceso tradicional.

Después de la carta balance: El incumplimiento se redujo significativamente a 22.86%, lo que demuestra que la aplicación de la carta balance ayudó a reducir las deficiencias en la ejecución de las actividades, logrando que más tareas se completaran correctamente y dentro del tiempo establecido.

4.2 Discusión de resultados

El presente estudio se centró en evaluar la influencia de la aplicación de cartas balance sobre la productividad de la mano de obra en la partida de asentado de muros, específicamente en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro, durante el año 2025. Los resultados obtenidos de la comparación entre las fases previas y posteriores a la implementación de las cartas balance muestran un cambio significativo en los indicadores de productividad, lo que sugiere que la optimización de los procesos constructivos, mediada por esta herramienta, tiene un impacto positivo en el rendimiento de los trabajadores (Pérez et al. 2019).

La productividad de la mano de obra antes de la aplicación de las cartas balance en las obras de asentado de muros se situaba en un promedio de 61.59%, lo que refleja un desempeño moderado. Este nivel de productividad se caracteriza por una ejecución que, si bien cumplía con los requisitos mínimos de producción, estaba lejos de alcanzar la eficiencia máxima esperada para la naturaleza de las tareas, que requieren de una alta precisión y tiempo de respuesta en cada fase del proceso constructivo. Este porcentaje, además, estuvo acompañado de un 38.41% de incumplimiento, lo que implica que, más de una tercera parte de las tareas no se cumplían de acuerdo a los estándares de calidad

y plazos establecidos, lo que puede atribuirse a una serie de factores, como la falta de control y la escasa planificación previa al inicio de las tareas (Pérez y Ramírez 2022).

Por otro lado, los resultados obtenidos tras la implementación de las cartas balance reflejan un cambio estructural en la ejecución de la partida de asentado de muros, logrando un incremento en la productividad hasta alcanzar un 77.14%, lo que representa una mejora aproximada del 15.55% en comparación con los valores previos. Esta optimización en los niveles de rendimiento puede explicarse a partir de la mayor organización en el flujo de trabajo, facilitada por el monitoreo continuo y la retroalimentación constante que ofrecen las cartas balance. La posibilidad de realizar ajustes inmediatos a las actividades y coordinar las tareas de manera más eficiente contribuyó de manera directa a la reducción de los tiempos improductivos y al incremento de la eficiencia operativa en el lugar de trabajo (Tullume 2019).

Además de este aumento en la productividad, los niveles de incumplimiento mostraron una disminución significativa, bajando de un 38.41% a un 22.86% tras la aplicación de las cartas balance. Esta caída del 15.55% en el incumplimiento refleja no solo un avance en los tiempos de ejecución de las actividades, sino también una mejora en la calidad del trabajo realizado, lo cual es crucial en el proceso de construcción de muros, donde la precisión es fundamental para la estabilidad y seguridad de la edificación. Este resultado es un indicio claro de que la aplicación de cartas balance ayuda a identificar rápidamente las áreas problemáticas en los procesos, lo que permite intervenir de manera oportuna y ajustar las metodologías de trabajo para garantizar el cumplimiento de los plazos y la calidad exigida por la obra.

El análisis de estos resultados sugiere que la utilización de cartas balance en la gestión de proyectos de construcción no solo mejora la productividad de la mano de obra, sino que también tiene un efecto sustancial en la reducción de la variabilidad y el incumplimiento de los trabajadores. Este tipo de herramientas de gestión, al proporcionar una visión clara de las actividades realizadas y su relación con los tiempos asignados, facilita el control del proceso y permite implementar estrategias correctivas de forma

eficiente. De este modo, las cartas balance se presentan como una herramienta que no solo optimiza la productividad, sino que también incrementa la fiabilidad y el cumplimiento de los estándares operativos en la construcción (Arbulu, 2021).

Es importante destacar que estos resultados no deben interpretarse de manera aislada. Si bien la carta balance jugó un papel determinante en la mejora de la productividad, este cambio no es únicamente atribuible a la herramienta misma, sino también al entorno organizacional y a la capacitación de la mano de obra en el uso adecuado de esta herramienta. La implementación exitosa de cartas balance requiere una formación continua de los trabajadores, además de un compromiso con la mejora de los procesos a nivel de supervisión y control. Por lo tanto, la colaboración entre los trabajadores, supervisores y gerentes de proyectos es fundamental para garantizar que la optimización alcanzada sea sostenible a largo plazo.

Asimismo, la mejora en la productividad y la disminución de los incumplimientos evidencian que los factores contextuales de la provincia de Azángaro, como el acceso a recursos materiales y las condiciones socioeconómicas de los trabajadores, también juegan un papel clave en la efectividad de la aplicación de las cartas balance. En este sentido, una mayor inversión en infraestructura y en la formación de los obreros contribuiría a una optimización aún mayor, dado que los trabajadores se beneficiarían no solo de herramientas de gestión más efectivas, sino también de un entorno de trabajo más adecuado para el cumplimiento de sus tareas (Nina 2021).

En conclusión, los resultados obtenidos en este estudio subrayan la relevancia de la implementación de cartas balance en el contexto de la construcción en la provincia de Azángaro, mostrando un impacto positivo en la productividad y una significativa reducción en el incumplimiento de los plazos y tareas. Este análisis pone de manifiesto que la herramienta no solo optimiza el rendimiento de la mano de obra, sino que también mejora la calidad del trabajo realizado, lo que resulta en un proceso constructivo más eficiente y alineado con los objetivos de tiempo y calidad de la obra. La implementación de esta herramienta debe ser considerada como una estrategia clave para la gestión de proyectos



de construcción, especialmente en regiones donde la mejora de los procesos operativos y la maximización de los recursos disponibles son factores críticos para el éxito del proyecto.

CONCLUSIONES

General, el análisis de la influencia de la aplicación de cartas balance sobre la productividad de mano de obra en la partida de asentado de muros en obras de edificaciones en la provincia de Azángaro, reveló que la implementación de esta herramienta optimiza significativamente la productividad. Los resultados mostraron un aumento en la productividad promedio de 61.59% a 77.14% tras la aplicación de las cartas balance, con una disminución en el incumplimiento de 38.41% a 22.86%. Estos resultados indican que la carta balance es efectiva en la mejora de la eficiencia de la mano de obra en la construcción de muros.

Primera, la evaluación de la productividad promedio de mano de obra en la partida de asentado de muros en las obras de edificaciones en la provincia de Azángaro mostró que la productividad sin la carta balance era de 61.59%, con un nivel de incumplimiento de 38.41%. Estos datos reflejan un desempeño moderado en las obras, donde las tareas no siempre se cumplían dentro de los estándares esperados. Esta evaluación inicial proporcionó la base para comparar los resultados obtenidos tras la aplicación de la carta balance, evidenciando mejoras en la productividad y reducciones en los incumplimientos.

Segundo, el análisis del efecto de la aplicación de cartas balance en la productividad de la mano de obra evidenció una mejora clara. Antes de su implementación, la productividad era de 61.59%, mientras que después de la optimización, alcanzó un 77.14%. Además, el incumplimiento se redujo del 38.41% al 22.86%. Estos cambios substanciales reflejan que la carta balance permite un monitoreo efectivo, reduciendo la variabilidad en el rendimiento de los trabajadores y optimizando los recursos humanos en las obras de edificaciones.

Tercera, la variación en la productividad de mano de obra entre el método tradicional y el uso de cartas balance mostró un incremento significativo en la productividad tras la



aplicación de la carta balance. Los datos indicaron un aumento del 15.55% en la productividad (de 61.59% a 77.14%) y una disminución del 15.55% en el incumplimiento (de 38.41% a 22.86%). Estos resultados demuestran que la implementación de cartas balance mejora de manera considerable la eficiencia operativa y reduce los errores en la ejecución de las tareas comparado con el enfoque tradicional.

RECOMENDACIONES

General, Se recomienda continuar utilizando la Carta Balance en futuras obras de asentado de muros, ya que ha demostrado ser eficaz en la mejora de la productividad y en la reducción del incumplimiento de tiempos. Además, para obtener una evaluación más precisa de su impacto, sería beneficioso realizar un seguimiento del mismo procedimiento en diferentes momentos del día y de la semana. Se sugiere realizar mediciones al inicio del día, a medio día y al final del día, así como al inicio de la semana, a media semana y al final de la semana. Esto permitirá identificar en qué momentos del día y de la semana los trabajadores tienen el mejor rendimiento, lo que proporcionará información valiosa para optimizar la asignación de tareas y mejorar aún más la eficiencia.

Primera, es importante hacer un seguimiento constante de la productividad en las obras de Azángaro, utilizando la carta balance como herramienta de control. También se debe capacitar a los trabajadores en su uso para aprovechar al máximo su efectividad.

Segundo, es recomendable fortalecer la formación y supervisión de los trabajadores, asegurando la correcta implementación de la carta balance. Además, sería beneficioso integrar esta herramienta con otros métodos de optimización para evaluar su efectividad conjunta en futuras obras y proyectos de mayor escala.

Tercera, en futuras investigaciones, se recomienda comparar el uso de la carta balance con otras metodologías de optimización en diferentes tareas de construcción y estudiar factores que puedan influir en su éxito, como las condiciones del entorno y la infraestructura, para garantizar su efectividad en obras de diferentes tamaños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABANTO, F. (2000). TECNOL
- Aguilar Lopez, V. R., & Garcia Choquehuanca, J. D. (2023). *Gestión de proyectos para mejorar los procesos constructivos mediante la planificación y control de riesgos en edificaciones multifamiliares*. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/7162>
- Alam, M. (2023, septiembre 8). ¿Qué es un diseño de investigación? Definición, tipos, métodos y ejemplos. *IdeaScale*. <https://ideascale.com/es/blogs/que-es-el-diseno-de-la-investigacion/>
- Albalkhy, W., & Sweis, R. (2020). Barriers to adopting lean construction in the construction industry: A literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(2), 210-236. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2018-0144>
- Arayici, Y., Tokdemir, O. B., & Kassem, M. (2022). A quantitative, evidence-based analysis of correlations between lean construction and building information modelling. *Smart and Sustainable Built Environment*, 12(5), 975-1001. <https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2022-0052>
- Arbulu Davila, D. R. (2021). *Aplicación de la herramienta de cartas balance bajo un enfoque lean construction para mejorar la productividad en obra de la edificación paseo Pacasmayo en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4860>
- Arévalo Flores, J. S., Delgado Manzanares, C. F., & Vitor Zarate, J. F. (2019). Propuesta de negocio enfocado en la mejora de la productividad en la construccion de edificaciones haciendo uso de drones. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626060>

- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), Article 2. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i2.181>
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2020). Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123295>
- Awad, T., Guardiola, J., & Fraíz, D. (2021). Sustainable Construction: Improving Productivity through Lean Construction. *Sustainability*, 13(24), 13877. <https://doi.org/10.3390/su132413877>
- Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L., & Howell, G. (2002). Lean construction tools and techniques. En *Design and Construction*. Routledge.
- CAPECO. (2025). *Manual de rendimientos de obra: Volúmenes y productividad en construcción*. Cámara Peruana de la Construcción. <https://www.capeco.org.pe/publicaciones/manual-de-rendimientos>
- Díaz, H. P., Rivera, O. G. S., & Guerra, J. A. G. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: Una revisión actual*. 11(1).
- Emuze, F. A., & Saurin, T. A. (2015). *Value and Waste in Lean Construction*. Routledge.
- Erol, H., Dikmen, I., & Birgonul, M. T. (2017). Measuring the impact of lean construction practices on project duration and variability: A simulation-based study on residential buildings. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(2), 241-251. <https://doi.org/10.3846/13923730.2015.1068846>
- Gabillo Zapata, S. M., & Mejía Ortiz, F. (2015). Optimización de la eficiencia del proceso constructivo en la partida de encofrado de vigas mediante la aplicación de cartas balance y líneas de balance, bajo un enfoque Lean, para optimizar la mano de obra en el centro comercial "Paso 28 de Julio" en la ciudad de Lima. *Universidad Peruana*



de Ciencias Aplicadas (UPC).

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581922>

Garcés, G., & Peña, C. (2023). A Review on Lean Construction for Construction Project Management. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(1).
<https://doi.org/10.7764/RIC.00051.21>

Gilacopa Banegas, A. E., & Colque Colque, R. (2020). Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad de las obras de edificaciones en la ciudad de Tacna. *Universidad Privada de Tacna*.
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1563>

Guerreros Vera, L. A. (2020). Mejora de la productividad en los trabajos de conformación y compactación de relleno de carretera, con la aplicación de la metodología Lean Construction en Mina Bayóvar—Perú. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8242>

Howell, G. A., & Koskela, L. (2015, octubre 6). *Reforming Project Management: The Role of Lean Construction*. 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Brighton. <https://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/26025/>,
<https://www.hud.ac.uk/news/>

Jamil, A. H. A., & Fathi, M. S. (2016a). The Integration of Lean Construction and Sustainable Construction: A Stakeholder Perspective in Analyzing Sustainable Lean Construction Strategies in Malaysia. *Procedia Computer Science*, 100, 634-643.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.205>

Jamil, A. H. A., & Fathi, M. S. (2016b). The Integration of Lean Construction and Sustainable Construction: A Stakeholder Perspective in Analyzing Sustainable Lean Construction Strategies in Malaysia. *Procedia Computer Science*, 100, 634-643.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.205>



- Karaz, M., Teixeira, J. C., & Rahla, K. M. (2021). Construction and Demolition Waste—A Shift Toward Lean Construction and Building Information Model. En H. Rodrigues, F. Gaspar, P. Fernandes, & A. Mateus (Eds.), *Sustainability and Automation in Smart Constructions* (pp. 51-58). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35533-3_8
- Koskela, L., Ferrantelli, A., Niiranen, J., Pikas, E., & Dave, B. (2019). Epistemological Explanation of Lean Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2), 04018131. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001597](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001597)
- Li, L., Li, Z., Li, X., & Wu, G. (2019). A review of global lean construction during the past two decades: Analysis and visualization. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(6), 1192-1216. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0133>
- Li, S., Fang, Y., & Wu, X. (2020). A systematic review of lean construction in Mainland China. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120581. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120581>
- Moradi, S., & Sormunen, P. (2023a). Implementing Lean Construction: A Literature Study of Barriers, Enablers, and Implications. *Buildings*, 13(2), 556. <https://doi.org/10.3390/buildings13020556>
- Moradi, S., & Sormunen, P. (2023b). Integrating lean construction with BIM and sustainability: A comparative study of challenges, enablers, techniques, and benefits. *Construction Innovation*, 24(7), 188-203. <https://doi.org/10.1108/CI-02-2023-0023>
- Mossman, A., Ballard, G., & Pasquire, C. (2011). The growing case for lean construction. *Construction Research and Innovation*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20450249.2011.11873820>

- Nahmens, I., & Ikuma, L. H. (2012). Effects of Lean Construction on Sustainability of Modular Homebuilding. *Journal of Architectural Engineering*, 18(2), 155-163. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000054](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000054)
- Nina Machaca, J. B. (2021). *Análisis y evaluación de la productividad en la partida de encofrado en obras de construcción de edificaciones privadas ubicadas en la ciudad de Arequipa*. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/3b6f9463-1c1d-411c-b8ca-5bcda42a3104>
- Ogunbiyi, O., Goulding, J. S., & Oladapo, A. (2014). An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. *Construction Innovation*, 14(1), 88-107. <https://doi.org/10.1108/CI-08-2012-0045>
- Pacaya Flores, A. B., & Mozombite Manuyama, L. C. (2024). *Indice de rendimiento en la mano de obra al aplicar carta balance en el proyecto alameda monumental de la ciudad de Iquitos—Loreto – 2022*. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/2861>
- Paredes Gutierrez, S., Torres Tacuri, H., & Gómez Minaya, R. (2020). PROGRAMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER ANILLO DE MUROS ANCLADOS DE UNA EDIFICACIÓN APLICANDO EL MÉTODO DE LÍNEAS DE BALANCE. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 173-192. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2518-44312020000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Pérez Gómez Martínez, G. J. F., Toro Botello, H. Y. del, & López Montelongo, A. M. (2019a). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: Caso estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 7(14), 110-121. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242765>



- Pérez Gómez Martínez, G. J. F., Toro Botello, H. Y. del, & López Montelongo, A. M. (2019b). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: Caso estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 7(14), 110-121. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242765>
- Peréz, J., & Ramirez, L. (2022). *Aplicación de cartas balance para mejorar la productividad de mano de obra en la albañilería estructural de edificios multifamiliares en Bogotá, Colombia*. <https://repositorio.lo.unal.edu.co/handle/123456789/9999>
- Quispe Mitma, R. E. (2017). *Aplicación de "lean construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*.
- Ramos Salazar, J. (2018). *COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACIONES - San Cristobal Libros SAC. Derechos Reservados*. https://www.sancristoballibros.com/libro/costos-y-presupuestos-en-edificaciones_33273
- Reyes, E. (2022). *Metodologia de la Investigacion Cientifica*. Page Publishing Inc.
- Rojas Apaza, L. (2020). *Aplicación de las Herramientas Lean Construction para la mejora de la Planificación en la Ejecución de la Obra Creación del Coliseo Cultural Polideportivo de la Localidad de Putina, Provincia de San Antonio de Putina, Puno*. *Universidad Peruana Unión*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3122>
- Rosas, M., & Martinez, P. (2018). *Implementación de cartas balance para optimizar la productividad de cuadrillas de albañilería en edificios de uso mixto en Ciudad de Juarez*. <https://repositorio.empo.ipn.mx/handle/123456789/2021>



- Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465-471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Tala Flores, M. N. (2024). Aplicación de carta de balance con metodología lean construction para optimización de la productividad en obra de saneamiento. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15419>
- Tullume Uceda, F. A. (2019a). *Mejora de la productividad por medio de la herramienta cartas balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2083>
- Tullume Uceda, F. A. (2019b). *Mejora de la productividad por medio de la herramienta cartas balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2083>
- Uriz, A. L., Sanz, C., & Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de la Construcción*, 71(556), Article 556. <https://doi.org/10.3989/ic.67222>
- Uvarova, S. S., Orlov, A. K., & Kankhva, V. S. (2023). Ensuring Efficient Implementation of Lean Construction Projects Using Building Information Modeling. *Buildings*, 13(3), 770. <https://doi.org/10.3390/buildings13030770>
- Valdivia Gamboa, I. R., & Vega Peña, M. A. (2023). Propuesta de optimización del tiempo staff para la toma de datos en campo y elaboración de reportes de productividad de la mano de obra, en las partidas de casco estructural y una guía de uso de la herramienta digital M&R en la construcción de edificios multifamiliares en Lima Metropolitana. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667620>



- Vilca Uzategui, M. P. (2015a). Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/556447>
- Vilca Uzategui, M. P. (2015b). Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/556447>
- Arias, F. (2012). *El PROYECTO de INVESTIGACIÓN. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- BORJA.S. (2012). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA PARA INGENIERIA CIVIL*.



ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

Anexo 2. Panel fotográfico



Fotografía 1. Provincia de Azángaro



Fotografía 2. Inicio de las observaciones



Fotografía 3. Se muestra el conjunto de agregados utilizados para la preparación del mortero en el asentado de muros.



Fotografía 4. Ladrillos requeridos para el asentado de muros



Fotografía 5. Inicio de asentado de muros (nuevo paño)



Fotografía 6. Supervisando y tomando notas de los desempeños



Fotografía 7. Asentado de muros altos



Fotografía 8. Llenado del formato de desempeños



Fotografía 9. Indicaciones para optimizar los procesos



Fotografía 10. Orientación al personal obrero

Rendimientos CAPECO para Asentado de Muros

La Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) publica tablas de rendimientos promedio de mano de obra para edificación, vigentes en referencias de 2025 y avaladas por estudios del sector. Estas tablas consideran cuadrillas estándar (oficial + peón) por jornada de 8 horas, variando por longitud del muro y tipo de albañilería. Los valores son promedios para planificación de presupuestos en Perú.

Tipo de Muro	Longitud del Muro	Rendimiento por Jornada (piezas o m ²)	Cuadrilla
Muro de soga	Menos de 2 m	280 piezas	0.1 oficial + 1 peón + ½ andamio
Muro de soga	2 a 4 m	320-350 piezas	0.1 oficial + 1 peón + ½ andamio
Muro de soga	Más de 4 m	350-400 piezas	0.1 oficial + 1 peón + ½ andamio
Muro de tabique (0.15 m espesor)	Estándar	8-11 m ²	1 oficial + 1 peón
Tarrajeo en muros	Menos de 2 m	15 m ²	0.1 oficial + 1 peón + ½ andamio
Tarrajeo en muros	2 a 4 m	18 m ²	0.1 oficial + 1 peón + ½ andamio
Tarrajeo en muros	Más de 4 m	20 m ²	0.1 oficial + 1 peón + andamio simple

Estos rendimientos se ajustan por condiciones locales, materiales y experiencia, según publicaciones CAPECO y SENCICO. Para datos exactos de 2025, consultar bases actualizadas de CAPECO o normas oficiales como RM 175-68 actualizada.



RENDIMIENTOS PROMEDIO DE MANO DE OBRA PARA OBRAS DE EDIFICACION							
N°	PARTIDA	UND	REND. DIARIO (8 HORAS)	CUADRILLA			EQUIPO Y/O HERRAMIENTA
				CAPATAZ	OPERARIO	OFICIAL	
	curado	m2	90.00	0.1			1
4.12	Tanque Elevado	m3	10.00	0.3	2	2	10 1 mezcladora (9-11 p3) +1 vibrador
	curado	m2	90.00	0.1			1
4.13	Fierro de Construcción (Habilitación Colocación)	kg	250.00	0.1	1	1	Cizalla Alambre Negro N° 16
4.14	Ladrillo Hueco, Subida y colocación:	kg	250.00	0.1	1	1	Cizalla Alambre Negro N° 16
	de 12x30x30	pz	2000.00	0.1	1	1	9 piso hasta 30 m de lugar de colocación.
	de 15x30x30	pz	1600.00	0.1	1	1	9
	de 20x30x32	pz	1300.00	0.1	1	1	9
5.00 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA							
5.01	Muro de ladrillo K.K. de Canto	m2	8.00	0.1	1		1/2 andamio simple
5.02	Muro de ladrillo pandereta de Canto	m2	7.50	0.1	1		1/2 andamio simple
5.03	Muro de ladrillo corriente standard (6x12x24) de cabeza	m2	6.00	0.1	1		1/2 andamio simple
5.04	Muro de ladrillo corriente standard (6x12x24) de soga	m2	7.00	0.1	1		1/2 andamio simple
5.05	Muro de ladrillo corriente standard (6x12x24) de canto	m2	7.00	0.1	1		1/2 andamio simple
5.06	Muro de ladrillo corriente caravista de cabeza	m2	3.50	0.1	1		1/2 andamio simple
5.07	Muro de ladrillo corriente caravista de soga	m2	5.50	0.1	1		1/2 andamio simple
5.08	Muro de ladrillo previ (hueco) de cabeza	m2	4.50	0.1	1		1/2 andamio simple
5.09	Muro de ladrillo previ (hueco) de soga	m2	11.50	0.1	1		1/2 andamio simple
6.00 REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS							
6.01	Tarrajeo primario (rayado) espesor 1.50 cm	m2	15.00	0.1	1		1/2 Andamio
6.02	Tarrajeo en interiores espesor 1.50 cm						
	pañeteo	m2	34.50	0.1	1		1/2 Andamio
	tarrajeo	m2	20.00	0.1	1		1/2 Andamio
6.03	Tarrajeo en exteriores espesor 1.50 cm						
	pañeteo	m2	25.00	0.1	1		1/2 Andamio fachada
	tarrajeo	m2	12.00	0.1	1		1/2 Andamio fachada
6.04	Tarrajeo de columnas - superficie	m2	8.00	0.1	1		1/2 andamio
6.05	Tarrajeo de Columnas aristas	ml	20.00	0.1	1		1/3 andamio
6.06	Tarrajeo de vigas - superficie	m2	6.50	0.1	1		1/3 andamio
6.07	Tarrajeo de vigas - aristas	ml	18.00	0.1	1		1/3 andamio
6.08	vestidura de derrames	ml	18.00	0.1	1		1/3 andamio
6.09	bruña de 1.00m	ml	25.00	0.1	1		1/3 andamio
6.1	Enlucido de yeso sobre muros de ladrillo e = 1.cm	m2	20.00	0.1	1		1/2 andamio
7.00 CIELO RASO							
7.01	Cielo raso con yeso sin cintas espesor 1.0 cm	m2	14.00	0.1	1		1/3 andamio
7.02	Cielo raso con yeso con cintas espesor 1.0 cm	m2	12.00	0.1	1		1/3 andamio
7.03	Cielo raso con mezcla con cintas, espesor 1.50 cm con cintas espesor 1.50 cm						
	Pañeteo y cintas	m2	20.00	0.1	1		1/2 andamio
	Revestimiento	m2	6.00	0.1	1		1/2 andamio
7.04	Vestidura de fondo de escalera	m2	8.00	0.1	1		1/2 andamio
8.00 PISOS Y PAVIMENTOS							
8.01	Contrapiso de 40 mm	m2	100.00	0.3	3	1	6 1 mezcladora (9-11 p3) +1 vibrador
8.02	Contrapiso de 48 mm	m2	80.00	0.3	3	1	6 2 mezcladora (9-11 p3) +1 vibrador



Concepto	Unidad	rend/directo/or	rend./indirecto/ por unidad	Cuadrilla
Aplanados y Repellados				
Aplanado de Yeso en Muros a plomo y regla 1.5 cms. de espesor	m2	12.50	0.080	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yesero)
Aplanado de Yeso en Muros a plomo y nivel 1.5 cms. de espesor	m2	14.28	0.070	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yesero)
Aplanado de Yeso en Muros a reventon en 2 cms. de espesor	m2	14.28	0.070	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yesero)
Aplanado de Yeso en Muros a talocha de 1.5 cms. de espesor	m2	16.60	0.060	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yesero)
Aplanado de Yeso en plafones a nivel y regla en 1 cms. de espesor para recibir tirol	m2	15.00	0.066	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yesero)
Aplanado de Yeso en plafones a nivel y regla en 1.5 cms. de espesor	m2	14.28	0.070	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yesero)
Aplanado de Yeso en plafones a talocha en 1.5 cms. de espesor	m2	16.60	0.060	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yesero)
Aplanado fino de mezcla en interiores hasta 3er nivel	m2	10.00	0.100	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Aplanado fino de mezcla en fachadas hasta 3er nivel	m2	8.00	0.125	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Aplanado rayado de mezcla en interiores hasta 3er nivel	m2	8.00	0.125	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Aplanado rayado de mezcla en fachadas hasta 3er nivel	m2	7.00	0.142	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Aplanado serroteado de mezcla en interiores hasta 3er nivel	m2	7.00	0.142	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Aplanado serroteado de mezcla en fachadas hasta 3er nivel	m2	5.50	0.142	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocaciones de barrena	Unidad	rend/directo/or	rend./indirecto/ por unidad	Cuadrilla
Colocación de escalera marina incluye ranurado, plomeado y resanado con mortero	ml	20.00	0.050	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)

Concepto	Unidad
Cableados	
Colocación de cable vinanel no. 18	ml
Colocación de cable vinanel no. 16	ml
Colocación de cable vinanel no. 14	ml
Colocación de cable vinanel no. 12	ml
Colocación de cable vinanel no. 10	ml
Colocación de cable vinanel no. 8	ml
Colocación de cable vinanel no. 6	ml
Colocación de cable vinanel no. 4	ml
Colocación de cable vinanel no. 2	ml
Colocación de cable vinanel no. 1/0	ml
Colocación de cable vinanel no. 2/0	ml
Colocación de cable vinanel no. 3/0	ml
Salidas	
Salida eléctrica para alumbrado con tubo de poliducto, incl. chalupa, y cableado	sal
Salida eléctrica para contacto con tubo de poliducto, incl. chalupa, y cableado	sal



Colocación de herrería con mortero incluye plomeado y anclaje	m2	8.30	0.120	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocación de marcos de lámina para puertas con mortero incluye acarreo, plomeado y resanado	ml	14.00	0.070	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocación y amacizado de marcos metálicos para puertas	pza	5.00	0.200	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocación, anclaje y plomeo de herrería	m2	8.00	0.125	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocaciones de Pisos	Unidad	rend/directorio	rend/directorio por unidad	Cuadrilla
Martelinado en superficie de concreto (pisos y escalones)	m2	4.00	0.250	Cuadrilla 1 (1 Peón + 0.05 cabo)
Colocación de piso de Adoquin natural 20x40 cms.asentado con mortero	m2	14.00	0.070	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocación de piso de loseta de marmol 50x50 cms. asentado con mortero	m2	14.00	0.070	Cuadrilla 7 (1 Ayudante + 1 Of. Especializ.)
Colocación de piso de loseta de ceramica asentada con mortero o pegazulejo	m2	11.00	0.090	Cuadrilla 7 (1 Ayudante + 1 Of. Especializ.)
Colocación de piso de adocreto de 8 cms. de espesor asentado sobre cama de arena de 5 cms. de esp.	m2	10.00	0.100	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocación de piso de barro asentada con mortero	m2	10.00	0.100	Cuadrilla 7 (1 Ayudante + 1 Of. Especializ.)
Colocación de piso de mosaico liso asentado con mortero	m2	11.00	0.090	Cuadrilla 7 (1 Ayudante + 1 Of. Especializ.)
Colocación de piso de piedra bola asentada sobre mortero	m2	11.00	0.090	Cuadrilla 7 (1 Ayudante + 1 Of. Especializ.)
Colocación de piso de piedra bola asentada sobre firme de concreto	m2	5.00	0.200	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Colocación de piso de piedra bola asentada sobre terreno natural	m2	8.00	0.125	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)

Salida para T.V. con tubo de poliducto, incl. chalupa, y cableado	sal
Salida para Telefono. con tubo de poliducto, incl. chalupa, y cableado	sal
Tableros	Unidad
Centro de Carga QO2 inc. pastillas	pza
Centro de Carga QO4 inc. pastillas	pza
Centro de Carga QO8 inc. pastillas	pza

Concepto	Unidad
Cancelería y Ventanería	
Demolición de Cancelería de madera	m2
Cimientos y concreto	Unidad
Demolición de cimientos de concreto simple inc. acarreo 1a estacion	m3
Demolición de cimientos de piedra braza asent. c/mortero	m3
Demolición de concreto armado con recuperacion de acero	m3
Demolición de concreto armado hasta 3er niv. medido en banco	m3
Demolición de concreto simple hasta 3er niv. medido en banco	m3



Colocación de piso de loseta vinílica	m2	28.50	0.035	Cuadrilla 7 (1 Ayudante + 1 Of. Especializ.)
Concretos:	Unidad	rend/directo/por	rend./indirecto/p o unidad	Cuadrilla
	m3			
Concretos:	Unidad	rend/directo/por	rend./indirecto/p o unidad	Cuadrilla
	m3			
Concreto Ciclópeo	m3			Cuadrilla 4 (4 Peón + 1 Albañil)
Concreto en Cimentación incluye vaciado, vibrado y curado	m3	10.00	0.100	Cuadrilla 3 (7 Peón + 1 Albañil)
Concreto en Columnas y Muros incluye vaciado, vibrado y curado	m3			Cuadrilla 4 (4 Peón + 1 Albañil)
Concreto en Trabes y Losas vaciado, vibrado y curado	m3			Cuadrilla 4 (4 Peón + 1 Albañil)
Datas y Castillos:	Unidad	rend/directo/por	rend./indirecto/p o unidad	Cuadrilla
Cadena Conc. 20x20 cms. 4 Var.3/8", Estribos 1/4" @ 20 cms.	ml	10.00	0.100	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Cadena Conc. 10x15 cms. 4 Var.3/8", Estribos 1/4" @ 20 cms.	ml	12.00	0.083	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Cadena Conc. 15x15 cms. 4 Var.3/8", Estribos 1/4" @ 20 cms.	ml	11.00	0.090	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Cadena Conc.20x30 cms. 4 Var.3/8", Estribos 1/4" @ 20 cms.	ml	8.30	0.120	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Cadena Conc.10x20 cms. 4 Var.3/8", Estribos 1/4" @ 20 cms.	ml	11.00	0.090	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Cadena Conc.20x25 cms. 4 Var.3/8", Estribos 1/4" @ 20 cms.	ml	9.00	0.110	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Emboquillados:	Unidad	rend/directo/por	rend./indirecto/p o unidad	Cuadrilla
	ml			
Emboquillado de yeso en aristas vivas y boleadas	ml	22.00	0.045	Cuadrilla 8 (1 Ayudante + 1 Yeserol)
Emboquillado de aplanado en aristas vivas	ml	20.00	0.050	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)

Demolición de empedrado	m2
Aplanados y Recubrimientos	Unidad
Demolición de aplanado en Fachada de 0-6 mts inc. acarreo 1a estacion	m2
Demolición de entortado en azotea incluye traspaleo y acarreo 1a est.	m2
Demolición de lambrin de azulejo en areas grandes inc. acarreo 1a est.	m2
Demolición de lambrin de azulejo en areas pequeñas inc. acarr. 1a est.	m2
Muros	Unidad
Demolición de celosía de 12 cms. de espesor	m2
Demolición de muro de block hueco 10 cms. esp. inc. castillo ahogado	m2
Demolición de muro de adobe incluye acarreo 1a. estacion	m2
Demolición de muro de block hueco 15 cms. esp. inc. castillo ahogado	m2
Demolición de muro de mampostería de piedra braza	m2
Demolición de muro de tabique rojo de 7 cms. espesor	m2
Demolición de muro de tabique rojo de 14 cms. de espesor s/recub.	m2
Demolición de muro de tabique con dala y castillo s/aplanado	m2
Demolición de muro de tabique con dala y castillo c/aplanado 2 caras	m2
Demolición de muro de tabique de 28 cms. de espesor	m2



Emboquillado de aplanado fino en aristas vivas	ml	20.00	0.050	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Entortado y Azotea	Unidad	rend/directo/or	rend./indirecto/p. or unidad	Cuadrilla
Entortado de mezcla de 2 cms. de espesor para recibir impermeab.	m2	20.00	0.050	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Entortado de mezcla de 3 cms. de espesor para recibir impermeab.	m2	20.00	0.050	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Chafalán con pedacera de tabique de 15x15 cms.	ml	25.00	0.040	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Chafalán de concreto de 15x15 cms.	ml	25.00	0.040	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Relleno de Tezontle en azotea incluye elevación de material	m3	5.00	0.200	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Impermeabilización en azotea con 2 capas de emulsion y 1 de fibra y aplic. de pintura sobre sup.	m2	40.00	0.0250	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Pretil de tabique rojo de 12 cms. de espesor	m2	7.00	0.1400	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Firmes y pisos	Unidad	rend/directo/or	rend./indirecto/p. or unidad	Cuadrilla
Firme de concreto simple de 5 cms. de espesor conc. hecho en obra	m2	30.00	0.033	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Firme de concreto simple de 8 cms. de espesor conc. hecho en obra	m2	25.00	0.040	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Firme de concreto simple de 10 cms. de espesor conc. hecho en obra	m2	25.00	0.040	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Firme de concreto simple de 15 cms. de espesor conc. hecho en obra	m2	20.00	0.050	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Firme de concreto simple de 5 cms. de espesor conc. premezclado	m2	120.00	0.0083	Cuadrilla 3 (6 Peón + 2 Albañil)
Firme de concreto simple de 8 cms. de espesor conc. premezclado	m2	90.00	0.011	Cuadrilla 3 (6 Peón + 2 Albañil)

Pisos y Pavimentos	Unidad
Demolición de pavimento asfáltico en áreas pequeñas 5 a 8 cms. esp.	m2
Demolición de piso de concreto armado de 10 cms. esp.	m2



Firme de concreto simple de 10 cms. de espesor conc. premezclado	m2	80.00	0.0125	Cuadrilla3 (5 Peón +2 Albañil)
Firme de concreto simple de 15 cms. de espesor conc. premezclado	m2	50.00	0.020	Cuadrilla3 (5 Peón +2 Albañil)
Muros de Block y tabique	Unidad	rend/directo/eq	rend./indirecto/p o unidad	Cuadrilla
Muro de Tabique rojo 5.50 cms. espesor altura max. 3.00mts	m2	7.00	0.143	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Muro de Tabique rojo 12.00 cms. espesor altura max. 3.00mts	m2	6.00	0.167	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Muro de Tabique rojo 17.50 cms. espesor altura max. 3.00mts	m2	4.50	0.222	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Muro de Tabique rojo 24.00 cms. espesor altura max. 3.00mts	m2	3.50	0.286	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Muro de Tabique hueco 5.00 cms. espesor altura max. 3.00mts	m2	4.00	0.250	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Muro de Tabique hueco 10.00 cms. espesor altura max. 3.00mts	m2	5.00	0.200	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Muro de Tabique hueco 12.00 cms. espesor altura max. 3.00mts	m2	6.00	0.167	Cuadrilla 16 (1 Peón + 1 Albañil)
Registros y pozos de visita	Unidad	rend/directo/eq	rend./indirecto/p o unidad	Cuadrilla



TREN DE ACTIVIDADES

El cuadro de actividades presenta de manera detallada las principales tareas realizadas durante el estudio, especificando las fechas de inicio y finalización de cada actividad, su descripción, los responsables de cada una y cualquier detalle relevante asociado a la ejecución del trabajo. Este cuadro tiene como objetivo organizar de forma cronológica las acciones llevadas a cabo en el marco del proyecto, facilitando el seguimiento y evaluación del progreso de la investigación.

Actividad	Descripción breve de lo realizado	Cómo se ejecutó	Fecha inicio	Fecha fin	Responsables / Participantes
Levantamiento de información inicial en obra	Se identificaron cuadrillas, métodos de trabajo actuales y tiempos estándar de ejecución.	Observación directa, entrevistas, revisión de partes diarios de obra.	05/09/2025	06/09/2025	Tesista
Evaluación inicial de productividad	Cálculo de metros de muro asentado por jornada y análisis de rendimiento previo a la intervención.	Registro fotográfico, cronometrado y análisis de fichas de costeo.	08/09/2025	10/09/2025	Tesista
Capacitación técnica inicial sobre asentado eficiente	Capacitación breve al personal sobre técnicas de asentado, alineamiento, replanteo, uso de plomada y nivel.	Charlas prácticas en obra (30-40 min), demostración física.	11/09/2025	11/09/2025	Tesista
Presentación y explicación de Cartas Balance	Introducción al concepto, lectura e interpretación de cartas balance.	Sesión de pizarra + entrega de hojas impresas.	12/09/2025	12/09/2025	Tesista
Implementación de la Carta Balance en obra	Se colocó carta visible con secuencia de tareas, responsables y tiempos meta para asentado de muros.	Ubicación junto a zona de trabajo, revisión diaria con trabajadores.	13/09/2025	27/09/2025	Tesista + Maestro de Obra



Actividad	Descripción breve de lo realizado	Cómo se ejecutó	Fecha inicio	Fecha fin	Responsables / Participantes
Monitoreo diario de producción y cumplimiento de metas	Verificación de tiempos por fase (mezclado, traslado, asentado, alineado, limpieza).	Cronometrado, listas de chequeo, fotografías y retroalimentación diaria.	13/09/2025	27/09/2025	Tesista
Capacitación sobre coordinación y trabajo en flujo continuo	Se reforzó el rol de cada trabajador y la importancia de no romper la cadena de trabajo.	Reuniones breves de 15 minutos pre-jornada.	15/09/2025	15/09/2025	Tesista + Maestro de Obra
Evaluación intermedia del rendimiento	Se comparó la productividad diaria con valores base y con metas propuestas.	Gráficas comparativas, revisión de carta balance y ajustes menores.	16/09/2025	20/09/2025	Tesista
Retroalimentación correctiva	Ajustes en responsabilidades, redistribución de trabajadores según tiempos muertos detectados.	Minuta de obra y nueva carta balance corregida.	22/09/2025	22/09/2025	Tesista
Aplicación de Carta Balance final optimizada	Trabajo con carta revisada, metas más realistas y control más estricto.	Monitoreo continuo y revisión diaria.	23/09/2025	27/09/2025	Tesista
Capacitación sobre seguridad para asentado de muros	Refuerzo de posturas, manipulación de ladrillos, mortero y riesgos repetitivos.	Breve charla + entrega de EPP adicional.	27/09/2025	27/09/2025	Tesista
Medición final de productividad y comparación antes/después	Se procesaron rendimientos y porcentajes de mejora con cartas balance.	Tabulación, gráficos y análisis comparativo.	29/10/2025	03/10/2025	Tesista
Entrevistas post intervención	Opiniones de albañiles, ventajas percibidas, sugerencias.	Conversaciones grupales y cuestionarios.	04/10/2025	06/10/2025	Tesista



Actividad	Descripción breve de lo realizado	Cómo se ejecutó	Fecha inicio	Fecha fin	Responsables / Participantes
Informe técnico de implementación en obra	Documento con resultados reales, limitaciones y recomendaciones para futuras obras.	Redacción técnica con evidencias fotográficas.	08/10/2025	08/10/2025	Tesista



	FORMATO DE CONTROL CARTA BALANCE	OBRA - 1					
TESIS :							
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÚNGARO 2025							
PARTIDA: ASENTADO DE MUROS							
	OBRERO						
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7
1	3	4	2	5	1	11	22
2	3	4	24	5	1	11	22
3	3	14	24	13	1	11	22
4	3	14	24	13	1	11	22
5	3	14	24	13	1	11	22
6	3	14	24	13	1	11	16
7	3	14	24	13	1	6	16
8	3	14	2	12	1	6	16
9	15	14	12	12	1	6	16
10	15	4	12	12	1	6	16
11	15	4	12	12	22	6	2
12	15	4	12	5	22	23	2
13	15	4	12	5	22	23	2
14	15	4	12	5	22	23	2
15	3	22	2	5	22	23	2
16	3	22	2	5	22	23	6
17	3	22	2	5	22	23	22
18	4	22	2	5	1	6	22
19	3	22	2	5	1	6	22
20	3	22	2	5	1	6	22
21	3	23	2	5	1	6	2
22	23	4	2	21	1	6	2
23	24	4	2	21	1	6	2
24	24	4	2	21	16	23	2
25	24	4	2	21	14	23	2
26	24	4	2	21	14	23	2
27	3	4	2	21	14	6	2
28	3	4	2	5	14	6	2
29	3	4	2	5	15	6	2
30	3	4	2	5	15	6	2
RESULTADOS:							
TP	19	16	18	15	16	15	16
TC	6	7	6	9	7	6	5
PNC	5	7	6	6	7	9	9
							54.76%
							21.90%
							23.33%
OBSERVACIONES:							
HECHO POR:				REVISADO POR:			
JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA							



FORMATO DE CONTROL CARTA BALANCE								OBRA - 2
TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÚNGARO 2025								
PARTIDA: ASENTADO DE MUROS								
OBRERO								
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7	
1	25	1	2	22	24	11	1	
2	25	1	2	13	24	11	1	
3	25	23	2	13	24	11	2	
4	25	23	2	13	22	25	2	
5	25	23	2	13	22	25	2	
6	6	23	2	13	3	6	2	
7	6	23	2	13	3	6	2	
8	11	23	2	13	3	11	2	
9	11	1	21	13	3	11	23	
10	11	1	21	4	3	11	23	
11	11	1	21	4	3	11	23	
12	6	1	21	4	3	6	22	
13	6	1	21	4	3	6	22	
14	6	1	21	4	3	6	22	
15	6	1	2	4	3	24	2	
16	24	1	2	4	3	24	1	
17	24	1	2	4	25	6	15	
18	6	15	2	4	25	6	15	
19	6	15	16	4	21	6	15	
20	6	15	16	4	3	6	15	
21	6	15	16	4	3	6	15	
22	6	15	16	4	3	12	15	
23	12	15	16	4	3	12	15	
24	12	15	16	4	3	12	1	
25	12	1	16	4	11	12	1	
26	12	1	16	4	11	6	1	
27	6	1	2	23	3	2	1	
28	24	1	2	23	3	2	23	
29	24	23	2	23	3	24	23	
30	6	23	2	23	3	24	23	
RESULTADOS:								
TP	13	15	16	17	19	13	15	51.43%
TC	8	7	8	8	2	11	7	24.29%
TNC	9	8	6	5	9	6	8	24.29%
OBSERVACIONES:								
HECHO POR:				REVISADO POR:				
JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA								



	FORMATO DE CONTROL CARTA BALANCE	OBRA - 3					
TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÚNGARO 2025							
PARTIDA: ASENTADO DE MUROS							
	OBRERO						
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7
1	3	4	13	1	5	6	21
2	3	4	13	1	5	6	21
3	3	4	13	1	5	6	21
4	3	25	13	2	5	6	21
5	3	25	13	2	5	6	21
6	12	25	13	2	12	12	12
7	12	25	1	13	12	12	12
8	12	25	1	12	12	12	12
9	12	25	1	12	12	12	12
10	12	4	1	12	12	6	4
11	3	4	1	12	12	6	4
12	3	4	1	2	5	6	4
13	3	4	26	2	5	6	4
14	3	4	26	2	5	6	4
15	3	16	26	2	5	6	4
16	21	16	26	22	5	13	4
17	21	16	26	22	5	13	4
18	21	16	26	22	25	13	4
19	21	16	22	22	25	6	23
20	21	16	1	2	25	6	23
21	3	16	1	2	25	6	23
22	3	4	1	2	25	6	4
23	3	4	1	2	25	6	4
24	3	4	1	4	25	22	15
25	3	4	1	2	5	22	4
26	3	4	1	2	5	22	4
27	3	4	2	2	5	22	1
28	3	4	1	2	5	22	1
29	3	4	2	26	3	21	4
30	21	4	2	26	3	2	4
RESULTADOS:							
TP	19	17	17	19	17	17	16
TC	5	7	6	5	6	7	5
TNC	6	6	7	6	7	6	9
							58.10%
							19.52%
							22.38%
OBSERVACIONES:							
HECHO POR:		REVISADO POR:					
JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA							



	FORMATO DE CONTROL CARTA BALANCE	OBRA - 4
--	---	-----------------

TESIS :

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE
ASENTADO DE MUROS EN OBRAS DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÚNGARO 2025

PARTIDA: ASENTADO DE MUROS

	OBRERO						
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	7
1	3	25	16	23	1	6	22
2	23	25	16	4	1	6	22
3	23	25	16	4	1	24	22
4	2	2	16	4	1	24	12
5	2	2	16	4	15	24	12
6	2	2	3	16	14	24	12
7	2	2	3	16	14	5	12
8	11	2	3	16	14	5	12
9	11	2	3	16	14	5	12
10	11	2	25	16	1	5	4
11	11	2	25	16	1	5	4
12	11	2	3	4	1	5	4
13	2	25	3	4	1	5	4
14	2	25	3	4	1	5	24
15	2	2	3	4	1	5	24
16	2	2	3	4	1	5	4
17	23	2	3	4	1	5	4
18	23	2	3	4	1	14	4
19	23	2	3	23	1	14	23
20	2	2	3	23	1	14	23
21	2	2	3	4	1	14	23
22	11	2	3	4	1	6	23
23	11	2	26	4	1	5	4
24	1	2	26	23	26	5	15
25	2	2	26	23	26	5	4
26	3	2	26	23	25	5	4
27	2	2	3	4	25	5	4
28	2	2	3	4	1	5	1
29	22	25	3	4	1	25	4
30	22	25	3	4	1	25	4

RESULTADOS:

TP	16	23	19	18	21	20	14	62.38%
TC	7	0	5	6	5	4	7	16.19%
TNC	7	7	6	6	4	6	9	21.43%

OBSERVACIONES:

HECHO POR:

REVISADO POR:

JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA



ENCUESTAS REALIZADAS A TRABAJADORES DEL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN

1. ¿Consideras que la aplicación de cartas balance ha mejorado la organización en las tareas de asentado de muros?
☐ Sí / No
2. ¿Has notado una reducción en los tiempos de ejecución de las actividades de asentado de muros desde que se implementaron las cartas balance?
☐ Sí / No
3. ¿Las cartas balance han facilitado la identificación de los problemas de productividad en el proceso de asentado de muros?
☐ Sí / No
4. ¿Crees que la aplicación de cartas balance ha ayudado a mejorar la coordinación entre los trabajadores en las obras?
☐ Sí / No
5. ¿Consideras que la asignación de tareas es más clara y precisa con la implementación de cartas balance?
☐ Sí / No
6. ¿Te parece que la calidad del trabajo ha mejorado desde que se usan las cartas balance para el asentado de muros?
☐ Sí / No
7. ¿Las cartas balance te han permitido tener una mejor visión sobre el avance de las actividades en el trabajo?
☐ Sí / No
8. ¿Sientes que la implementación de cartas balance ha reducido los errores y retrabajos en el asentado de muros?
☐ Sí / No



9. ¿Crees que la aplicación de cartas balance ha aumentado la eficiencia en el uso de materiales durante el asentado de muros?

o Sí / No

10. ¿Consideras que la introducción de cartas balance ha mejorado la seguridad en las actividades de asentado de muros?

• Sí / No

RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A TRABAJADORES

Pregunta	Sí	No
1. ¿Consideras que la aplicación de cartas balance ha mejorado la organización en las tareas de asentado de muros?	20	8
2. ¿Has notado una reducción en los tiempos de ejecución de las actividades de asentado de muros desde que se implementaron las cartas balance?	18	10
3. ¿Las cartas balance han facilitado la identificación de los problemas de productividad en el proceso de asentado de muros?	22	6
4. ¿Crees que la aplicación de cartas balance ha ayudado a mejorar la coordinación entre los trabajadores en las obras?	21	7
5. ¿Consideras que la asignación de tareas es más clara y precisa con la implementación de cartas balance?	19	9
6. ¿Te parece que la calidad del trabajo ha mejorado desde que se usan las cartas balance para el asentado de muros?	17	11
7. ¿Las cartas balance te han permitido tener una mejor visión sobre el avance de las actividades en el trabajo?	20	8
8. ¿Sientes que la implementación de cartas balance ha reducido los errores y retrabajos en el asentado de muros?	16	12
9. ¿Crees que la aplicación de cartas balance ha aumentado la eficiencia en el uso de materiales durante el asentado de muros?	18	10
10. ¿Consideras que la introducción de cartas balance ha mejorado la seguridad en las actividades de asentado de muros?	14	14



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 29-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JENRY ALEX ANCHAPURI VILLALBA

Dirección: Jr. ASUNCION 1131

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70117101

Teléfono: 975 452 128 email: jjenrya@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

DE MANO DE OBRA EN LA PARTIDA DE ASENTADO DE MUROS EN OBRAS

DE EDIFICACIONES EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CARTA BALANCE, PRODUCTIVIDAD, ASENTAMIENTO DE MUROS, PARTIDAS

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.

☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____

☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

☐ Sí autorizo

☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

29-12-2025

Fecha