



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN
LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO
DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES
Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

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
INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN
LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO
DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES
Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

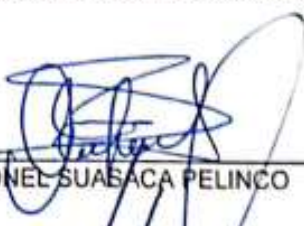
PRESIDENTE

:


Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. LEONEL SUABACA PELINCO

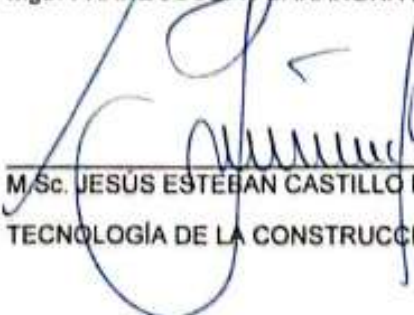
SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1541-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 18 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 11947 presentado por el (la) Bachiller: **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO** 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. **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024**, 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 merito 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. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 él (la) bachiller: **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 27 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 08:00 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 PURASDr. OSCAR VIVIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730cc.
Archivo
Intercedido (a)UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Mully Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



TESIS UANCV



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 084-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 0223 por el señor (a): **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 049 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 370- 2024 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): **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024**, 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° 370- 2024 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024**, 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 merito 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): **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024** 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 Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
intermedio (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1654-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 05 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 16916, presentado el señor (a) **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1394-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 377 -2024 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): **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024**, 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° 377 -2024- aprobando la propuesta de investigación **titulado: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024**.

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 G989-2022-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): **FRANZ LEE VILCA BELIZARIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024** 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 ESTERAN 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 Cs. PURAS**Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**Dr. Efraín Pacillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc:
Archivo 3724
Interesado (al)



INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MAZO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

7%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

www.repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unamba.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

www.virtualpro.co

Fuente de Internet

1%

7

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEDERAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	FRANZ LEE VILCA BELIZARIO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45346909
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2522-6404
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	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	024411525
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASAGA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	



Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
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	Diciembre 2024 – Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRI5/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



INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA Y DE INNOVACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Carlos Camargo Napar
VICERRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo FRANZ LEE VILCA BELIZARIO, identificado con DNI
Nro. 45346909, 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:

INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE

LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO

DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

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 30 de septiembre del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella





DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo incondicional y motivación en cada etapa de mi formación. A mis amigos y seres queridos, por su compañía y aliento en los momentos difíciles.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis profesores y asesores por su orientación y conocimientos compartidos a lo largo de este proceso. A mis compañeros de estudio, por su apoyo y colaboración. Y, sobre todo, a mi familia, por ser mi pilar fundamental en este camino.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática.	14
1.2 Planteamiento del problema.	15
1.2.1 Problema General.....	15
1.2.2 Problemas Específicos.	15
1.3 Objetivos de la investigación.	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.	16
1.4 Justificación de la investigación.	16
1.4.1 Justificación teórica	16
1.4.2 Justificación práctica.....	16
1.4.3 Justificación social	17
1.4.4 Justificación económica.....	17
1.4.5 Justificación ambiental.....	17
1.5 Hipótesis de la Investigación.	18
1.5.1 Hipótesis General.	18
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.....	21
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	21
2.1.2 Antecedente Nacionales.....	23
2.1.3 Antecedentes Locales.....	28
2.2 Bases teóricas.....	30
2.2.1 Productividad y rendimiento.....	30
2.2.1.1 Importancia de la productividad de la mano de obra.....	31
2.2.1.2 Factores que afectan la productividad en obras viales.....	32
2.2.2 Carta balance.....	32
2.2.2.1 Principales Componentes.....	33
2.2.2.2 Ventajas de la Carta Balance.....	34
2.2.2.3 Relevancia en Proyectos de Construcción.....	34
2.2.3 Productividad en la Construcción.....	35
2.2.3.1 Importancia de la Productividad en Proyectos de Construcción.....	35
2.2.3.2 Factores que Afectan la Productividad.....	35
2.2.3.3 Estrategias para mejorar la productividad.....	36
2.2.3.4 La Carta Balance como herramienta de productividad.....	37
2.2.4 Gestión de la Mano de Obra.....	37
2.2.4.1 Importancia de la Mano de Obra en la Construcción.....	38
2.2.4.2 Aspectos Clave en la Gestión de la Mano de Obra.....	38
2.2.4.3 Impacto de la Carta Balance en la Gestión de la Mano de Obra.....	39
2.2.4.4 Beneficios de una gestión eficiente de la mano de obra.....	40
2.2.4.5 Retos en la Gestión de la Mano de Obra.....	40
2.2.5 Obras de mejoramiento de calles y veredas.....	41
2.2.5.1 Importancia del Mejoramiento de Calles y Veredas.....	41
2.2.5.2 Etapas Principales de las Obras de Mejoramiento.....	42



2.2.5.3	Desafíos en las Obras de Mejoramiento	43
2.2.5.4	Optimización mediante la Carta Balance	43
2.2.6	Optimización de Recursos	44
2.2.6.1	Importancia de la optimización de recursos en la construcción	44
2.2.6.2	Áreas Clave en la Optimización de Recursos	45
2.2.6.3	Optimización de Recursos mediante la Carta Balance.....	46
2.2.6.4	Beneficios de la Optimización de Recursos	47
2.2.6.5	Desafíos en la Optimización de Recursos.....	47
2.2.7	Impacto de la Optimización en Proyectos	47
2.2.7.1	Impactos Clave de la Optimización	48
2.2.7.2	Impacto de la Carta Balance como herramienta de optimización	49
2.3	Marco conceptual	50

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la Investigación	52
3.2	Tipo de la investigación	53
3.3	Nivel de la Investigación	53
3.4	Diseño de la Investigación	53
3.5	Método de la Investigación	54
3.6	Población y Muestra	54
3.6.1	Población.....	54
3.6.2	Muestra	55
3.7	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	55
3.7.1	Técnicas de recolección de datos.....	55
3.7.2	Instrumentos de recolección de datos.....	56
3.8	Proceso para la recopilación de información.....	58
3.8.1	Desarrollo de plan.....	60
3.9	Procesamiento de datos	62

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4.1 Resultados.....	64
4.1.1 Rendimiento promedio de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas.....	68
4.1.1.1 OBRA 1	68
4.1.1.2 OBRA 2	72
4.1.2 Efecto de la aplicación de carta balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles.....	76
4.1.2.1 OBRA 1	76
4.1.2.2 OBRA 2	78
4.1.3 Efecto de la aplicación de carta balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de veredas.	80
4.1.3.1 OBRA 1	80
4.1.3.2 OBRA 2	82
4.1.4 Variación en la productividad de la mano de obra antes y después de la implementación de carta balance.	84
4.2 Discusión de resultados.....	89
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS	94
ANEXOS.....	100



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de operación de variables.	20
Tabla 2 Trabajo productivo en obra de mejoramiento de calle.....	65
Tabla 3 Trabajo contributivo en obra de mejoramiento de calle.	65
Tabla 4 Trabajo No contributivo en obra de mejoramiento de calle.	66
Tabla 5 Trabajo productivo en obra de mejoramiento de vereda.	66
Tabla 6 Trabajo contributivo en obra de mejoramiento de vereda.	67
Tabla 7 Trabajo No contributivo en obra de mejoramiento de vereda.	67
Tabla 8 Número y tipo de obras.....	68
Tabla 9 Número de personal estudiado.....	68
Tabla 10 Trabajos en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).	69
Tabla 11 Productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).....	70
Tabla 12 Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1).	71
Tabla 13 Productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1). .	72
Tabla 14 Trabajos en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).	73
Tabla 15 Productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).....	74
Tabla 16 Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2).	75
Tabla 17 Productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2). .	76
Tabla 18 Trabajos en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.	77
Tabla 19 Productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.....	78
Tabla 20 Trabajos en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.	79
Tabla 21 Productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.....	80
Tabla 22 Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.....	81
Tabla 23 Productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.	82
Tabla 24 Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.	83
Tabla 25 Productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.	84
Tabla 26 Variación de la productividad en Obra 1 - Mejoramiento de Calles.	85
Tabla 27 Variación de la productividad en Obra 1 - Mejoramiento de Veredas.....	86
Tabla 28 Variación de la productividad en Obra 2 - Mejoramiento de Calles.	87
Tabla 29 Variación de la productividad en Obra 2 - Mejoramiento de Veredas.....	88



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Carta Balance.	34
Figura 2 Ficha Carta Balance.....	58
Figura 3 Localización de la Provincia de Azángaro.	59
Figura 4 Ubicaciones de las obras estudiadas.	59
Figura 5 Actividad realizada en obra de mejoramiento de veredas.	61
Figura 6 Procesamiento de Información.....	62
Figura 7 Actividades realizados en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).	69
Figura 8 Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).	70
Figura 9 Actividades realizados en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1).	71
Figura 10 Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1).....	72
Figura 11 Actividades realizados en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).	73
Figura 12 Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).	74
Figura 13 Actividades realizados en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2).	75
Figura 14 Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2).....	76
Figura 15 Actividades realizados en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.	77
Figura 16 Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.....	78
Figura 17 Actividades realizados en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.	79
Figura 18 Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.....	80
Figura 19 Actividades realizados en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.....	81
Figura 20 Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.....	82



Figura 21 Actividades realizados en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.....	83
Figura 22 Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.....	84
Figura 23 Variación de productividad en Obra 1: Calles.....	85
Figura 24 Variación de productividad en Obra 1: Veredas.	86
Figura 25 Variación de productividad en Obra 2: Calles.....	87
Figura 26 Variación de productividad en Obra 2: Veredas.	88



RESUMEN

El presente estudio titulado "Incidencia de la aplicación de carta balance en la optimización de la productividad de mano de obra en obras de mejoramiento de calles y veredas en la Provincia de Azángaro 2024", el objetivo principal de este estudio fue analizar la incidencia de la aplicación de carta balance en la optimización de la productividad de mano de obra en obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro. El estudio es de tipo aplicado, nivel explicativo, con enfoque mixto y diseño experimental, con mediciones antes y después de la intervención. La población estuvo conformada por las obras de mejoramiento de calles y veredas de la provincia de Azángaro, con una cuadrilla de seis trabajadores (2 operarios, 2 oficiales y 2 peones). En la situación inicial sin carta balance, la productividad de la mano de obra en las obras de calles presentó porcentajes de TP cercanos a 30–36%, con TNC superiores al 45%, mientras que en las veredas el TP se ubicó alrededor de 26–30% y el TNC cerca de 47%. Tras la implementación de la carta balance, en las partidas de calles el TP se elevó aproximadamente a 43–44%, y el TNC se redujo a valores en torno a 16–19%. En veredas, el TP aumentó hasta alrededor de 37% y el TNC descendió a cerca de 20%. En conjunto, la herramienta permitió que el tiempo destinado a actividades productivas y contributivas alcance cerca del 80% del total observado, disminuyendo de manera importante los tiempos muertos y las interrupciones. La aplicación de la carta balance incide de forma significativa en la optimización de la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas de la provincia de Azángaro. Los resultados demuestran que la carta balance mejora el rendimiento de las cuadrillas, reduce retrasos y optimiza el uso de recursos en proyectos viales urbanos.

Palabras clave: Cartas balance, obras de mejoramiento de calles y veredas, rendimiento, productividad.



ABSTRACT

This study, entitled "Impact of the Balance Chart on the Optimization of Labor Productivity in Street and Sidewalk Improvement Projects in the Province of Azángaro 2024," aimed to analyze the impact of applying a balance chart on optimizing labor productivity in street and sidewalk improvement projects in the province of Azángaro. The study is applied, explanatory, with a mixed-methods approach and an experimental design, including measurements taken before and after the intervention. The population consisted of street and sidewalk improvement projects in the province of Azángaro, with a crew of six workers (2 operators, 2 skilled workers, and 2 laborers). In the initial situation without a time balance chart, labor productivity in street construction showed work-time percentages (WP) close to 30–36%, with non-contributory time (NCT) exceeding 45%, while in sidewalk construction, WP was around 26–30% and NCT close to 47%. After implementing the time balance chart, in street construction, WP rose to approximately 43–44%, and NCT decreased to around 16–19%. In sidewalk construction, WP increased to around 37% and NCT fell to around 20%. Overall, the tool allowed the time dedicated to productive and contributory activities to reach nearly 80% of the total observed, significantly reducing downtime and interruptions. The application of the time balance chart significantly impacts the optimization of labor productivity in street and sidewalk improvement projects in the province of Azángaro. The results demonstrate that the balance chart improves crew performance, reduces delays, and optimizes resource use in urban road projects.

Keywords: Balance charts, street and sidewalk improvement works, performance, productivity.



INTRODUCCIÓN

En el sector construcción peruano, diversos estudios señalan que una proporción importante del tiempo de trabajo de las cuadrillas se destina a actividades que no agregan valor directo al avance físico de la obra, como esperas por materiales, reprocesos o desplazamientos innecesarios. Herramientas de la filosofía Lean Construction, como la carta balance, han demostrado ser eficaces para medir y reducir estas pérdidas al clasificar el tiempo en trabajo productivo, contributorio y no contributorio, permitiendo identificar con precisión dónde se concentra la ineficiencia de la mano de obra. Investigaciones realizadas en obras de saneamiento, edificaciones y carreteras peruanas reportan incrementos relevantes en el porcentaje de trabajo productivo y disminuciones en el trabajo no contributivo al aplicar cartas balance como herramienta de diagnóstico y mejora.

En Azángaro, las obras de mejoramiento de calles y veredas buscan no solo renovar la superficie de rodadura y las aceras, sino también mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular, dinamizar la economía local y elevar la calidad de vida de la población urbana. La productividad de la mano de obra en este tipo de proyectos no siempre se controla en su totalidad, lo que hace que sea difícil para el siguiente monitorear el rendimiento e identificar los tiempos no productivos. Por lo tanto, es relevante investigar críticamente sobre cómo la implementación de la carta balance puede mejorar la productividad en las obras de mejoramiento de calles y veredas de Azángaro, 2024.

La tesis consta por 4 capítulos:

Capítulo I: El presente capítulo sitúa las bases teóricas y estructurales de la investigación, abordando el problema central, restringiendo el objeto de estudio y planteando los objetivos generales y específicos. Además, se justifica la pertinencia científica del tema y su significación para el campo disciplinario correspondiente.



Capítulo II: A continuación, se detallan los conceptos, categorías teóricas y definiciones operacionales que respaldan la estructura de estudio a partir de fuentes académicas y de organismos de reconocida autoridad. Esta revisión conceptual proporciona una especie de marco integrado y firme a los objetivos de investigación.

Capítulo III: En el presente capítulo se contempla el diseño metodológico sobre la base del tipo y nivel de investigación, enfoque, técnicas e instrumentos involucrados en la recolección de información, así como los procedimientos considerados para el procesamiento, análisis e interpretación de datos, los cuales garantizan la no invalidación, no confiabilidad, y la no replicabilidad del estudio.

Capítulo IV: Resultados Sección. Los resultados del método de investigación se presentan en el marco del análisis en relación con los objetivos y se integra centrándose en la evidencia empírica y la teoría. Por último, se discuten las implicaciones académicas y prácticas de los resultados.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática.

Desde una perspectiva global, la baja productividad de la industria de construcción no es por la ejecución sino por el tiempo no productivo por esperas, transportes y reprocesos, lo que se traduce en sobrecostos e incumplimientos. Información reciente muestra que más de un tercio de la jornada laboral se pierde en actividades sin valor agregado, problema que puede resolverse con la medición del tiempo y herramientas como la carta balance y observación estructurada para identificar desperdicios y elevar el trabajo directo Lozano & Morillo (2024); Mahamid, (2020); Soni & Patel, (2020).

En el Perú, la aplicación de la carta balance ha demostrado ser efectiva para medir y mejorar la productividad en proyectos de saneamiento, edificaciones e infraestructura vial, permitiendo identificar cuellos de botella relacionados con esperas, falta de materiales y deficiencias logísticas. Sin embargo, la mayoría de los estudios se enfocan en otros tipos de proyectos, existiendo poca evidencia sobre su aplicación específica en obras urbanas de mejoramiento de calles y veredas León (2022); Tala (2024); Yaguno (2024).

En la provincia de Azángaro, donde se ejecutan proyectos para mejorar vías urbanas en condiciones climáticas y logísticas exigentes, predominan todavía métodos tradicionales sin un control sistemático del tiempo productivo. Esta ausencia de información

limita la capacidad para optimizar el uso de la mano de obra, justificando así la realización de este estudio que evalúe cómo la carta balance puede incidir en la productividad de las obras de mejoramiento de calles y veredas en la zona, aportando evidencia útil para una mejor gestión (Gobierno Regional de Puno, 2024; Municipalidad Provincial de Azángaro, 2023).

1.2 Planteamiento del problema.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es la incidencia de la aplicación de la Carta Balance en la optimización de la productividad de mano de obra en obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro 2024?

1.2.2 Problemas Específicos.

- a) ¿Cuál es el rendimiento promedio de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro?
- b) ¿Qué efecto tiene la aplicación de la Carta Balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles?
- c) ¿Qué efecto tiene la aplicación de la Carta Balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de veredas?
- d) ¿Cómo varía la productividad antes y después de la implementación de la Carta Balance?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Analizar la incidencia de la aplicación de carta balance en la optimización de la productividad de mano de obra en obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro 2024.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- a) Determinar el rendimiento promedio de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro.
- b) Evaluar el efecto de la aplicación de carta balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles en la provincia de Azángaro.
- c) Evaluar el efecto de la aplicación de carta balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de veredas en la provincia de Azángaro.
- d) Comparar la variación en la productividad de la mano de obra antes y después de la implementación de carta balance en las obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro.

1.4 Justificación de la investigación.

1.4.1 Justificación teórica

El presente estudio se fundamenta en la utilización de la Carta Balance como una herramienta cuantitativa para la medición y análisis de la productividad de la mano de obra en obras públicas. Se clasifica, por tanto, el tiempo laboral entre actividades productivas, contributivas y no productivas, favoreciendo el diagnóstico de ineficiencias y la aplicación de mejoras. Así, se da un aporte teórico al aplicar esta técnica al mejoramiento de calles y veredas, enriqueciendo el conocimiento sobre control de productividad en construcción civil.

1.4.2 Justificación práctica

Finalmente, la utilización del análisis con Carta Balance aporta a la optimización de la gestión de proyectos de construcción en Azángaro, dado que se convierte en una herramienta práctica para la mejora de la productividad laboral. Asimismo, por medio del presente análisis es posible identificar cuellos de botella, disminuir los tiempos ociosos y

optimizar la asignación de tareas, logrando una mayor eficiencia operativa y calidad en la ejecución de los proyectos de mejoramiento vial.

1.4.3 Justificación social

El refuerzo a la productividad laboral de las obras públicas también contribuye a la calidad de vida en Azángaro. Se podría obtener infraestructuras más rápidamente, lo que a su vez también mejoraría la movilidad y la seguridad urbana. A la formalización eficiente del entorno laboral también le siguen condiciones justas para los trabajadores, lo que beneficia a reforzar el desarrollo social sostenible de la comunidad.

1.4.4 Justificación económica

Este estudio tiene una justificación económica, ya que al optimizar la productividad con Carta Balance podrá evitar costos de retrasos, desperdicios y baja eficiencia mano de obra. La adecuada gestión del tiempo y los recursos laborales contribuye a una administración financiera más eficiente, optimizando la inversión pública destinada a la infraestructura vial y de veredas, y promoviendo un uso responsable y transparente de los fondos disponibles.

1.4.5 Justificación ambiental

La mayor eficiencia productiva permitió la reducción de la duración de las obras y el consumo innecesario de materiales y energía y, por tanto, la huella ambiental de los proyectos. La aplicación de la Carta Balance propicia un desarrollo urbano sostenible, disminuyendo el impacto ambiental durante la construcción y fomentando la conservación del entorno natural y urbano en la provincia de Azángaro.

1.5 Hipótesis de la Investigación.

1.5.1 Hipótesis General.

La aplicación de la Carta Balance mejorará significativamente la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro durante el año 2024.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

- a) La aplicación de la Carta Balance aumentará el rendimiento promedio de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro.
- b) La implementación de la Carta Balance mejorará la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles en la provincia de Azángaro.
- c) La aplicación de la Carta Balance optimizará la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de veredas en la provincia de Azángaro.
- d) La productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro será mayor después de la aplicación de la Carta Balance en comparación con el periodo anterior.

1.6 Variables e indicadores.

1.6.1 Variable Independiente.

Carta balance.

Indicadores:

- % de actividades evaluadas con cartas balance.

1.6.2 Variable Dependiente

Productividad de la mano de obra.

Indicadores:

- $\% TP = \text{minutos TP} / \text{minutos totales} \times 100$
- $\% TC = \text{minutos TC} / \text{minutos totales} \times 100$



- $\% \text{ TNC} = \text{minutos TNC} / \text{minutos totales} \times 100.$

1.7 Operacionalización de Variables.



Tabla 1

Cuadro de operación de variables.

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Carta balance	Uso sistemático de la carta balance para registrar y clasificar TP, TC y TNC en las obras de mejoramiento de calles y veredas de Azángaro 2024.	- Planificación - Control de actividades.	- % de actividades evaluadas con cartas balance.	0-49%: Bajo 50-79%: Medio 80-100%: Alto.	Fichas de observación y formatos de carta balance.	Categorico: nominal (dos categorías: con / sin carta balance).

Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Productividad de la mano de obra	Porcentaje de tiempo que la cuadrilla dedica a actividades TP, TC y TNC respecto al tiempo total observado en la jornada.	Obra de calles Obra de veredas	$\% TP = \frac{\text{minutos TP}}{\text{minutos totales}} \times 100$; $\% TC = \frac{\text{minutos TC}}{\text{minutos totales}} \times 100$; $\% TNC = \frac{\text{minutos TNC}}{\text{minutos totales}} \times 100$.	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.	Numérico: continua (porcentajes en escala 0–100).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

Según Gómez et al. (2020) su estudio "Aplicación de carta balance en proyectos de construcción en Colombia", proporciona una valiosa perspectiva sobre la implementación de la carta balance en proyectos de construcción, específicamente en pavimentación urbana. Este enfoque se centra en la asignación equitativa de recursos y tareas entre los trabajadores, lo que permite un control más eficiente de las operaciones. El estudio encontró que, al utilizar la carta balance, se lograron mejoras sustanciales en diferentes áreas clave de la productividad y eficiencia en los proyectos. Otro hallazgo importante fue el aumento en la productividad de la mano de obra del 15%, lo que significaba que se realizaban más metros cuadrados pavimentados por persona y al día. Como resultado, las tareas se completaron antes, minimizando la cantidad de horas hombre y reduciendo el personal necesario, lo que aumentó la eficiencia del objetivo. Por otra parte, la carta balanceada proporcionó una descripción completa de las competencias y el desempeño de la mano de obra, lo que permitió a la administración tomar decisiones racionales sobre la asignación de tareas y recursos observada fue la reducción de los tiempos muertos en el proyecto. El tiempo de inactividad de los trabajadores disminuyó en



un 20% con la implementación de la carta balance, mejorando la utilización general del tiempo de trabajo. Por un lado, la herramienta permitió identificar áreas con tiempo de inactividad; por otro, ayudó a optimizar la asignación de tareas y recursos. Los costos de ejecución por metro cuadrado también disminuyeron en un 12%, lo que contribuyó a un ahorro significativo en el presupuesto total; la calidad no se vio perjudicada. Como se disminuyó el tiempo de inactividad de los trabajadores, el equilibrio final del proyecto superó las expectativas. La carta balance de hecho mejora la productividad y la eficiencia financiera en la construcción.

Según Martínez y Pérez (2021) su estudio "Optimización de la productividad en proyectos de infraestructura en México", Los proyectos de infraestructura han mejorado su productividad del trabajo al usar la carta balance, donde la construcción de caminos rurales es un ejemplo apropiado, mejorando la conectividad. Sin embargo, al haber mejorado la eficiencia operativa, se encontró una práctica que llevaba a la reducción de costos. Los autores identifican que la creación de la carta balance llevó a un aumento del 20 por ciento en el trabajo, medido por un número de kilómetros que se habían construido por cuadrilla en un día. La carta balance permitió una mejor distribución del trabajo y una visión priorizada de los insumos utilizados, maximizando el rendimiento de cada trabajador. mejorar, asegurando que cada miembro de la cuadrilla estuviera desempeñando un papel eficaz y equilibrado durante toda la jornada. El uso de la carta balance resultó en una disminución del 15% en costos operativos, ya que los recursos humanos y materiales estaban mejor asignados. Las tareas se optimizaron de manera más efectiva y los trabajadores rara vez se quedaban ociosos, lo que mejoró la política de precios de compra de facturación y redujo los precios de ejecución. Esto garantizó una mayor rentabilidad y permitió que los proyectos se completaran dentro del presupuesto, si bien se mantuvo y mejoró la calidad. Asimismo, gestionar mejor los materiales y equipos de pavimentación. Ahora, el 95% de los trabajos se completan con un cumplimiento de plazos, en comparación con el 75% previos a la implementación de la política. Esto resalta cómo la correcta planificación y el monitoreo continuo de las tareas contribuyen a la mejora en la

ejecución de los proyectos, asegurando que se cumplieran los plazos y se entregaran los trabajos a tiempo. El uso de la carta balance, por lo tanto, no solo optimiza la productividad y reduce los costos, sino que también asegura que los proyectos se completen dentro de los plazos previstos, lo que es crucial para mantener la confianza de los clientes y cumplir con los objetivos estratégicos de las empresas constructoras.

Según Hinojosa et al., (2022) su estudio "Implementación de conceptos y herramientas de la filosofía Lean Construction en las empresas constructoras de la Ciudad de Cochabamba – Bolivia". El objetivo del presente estudio es identificar las estrategias utilizadas por las empresas constructoras de la ciudad de Cochabamba-Bolivia en la ejecución de proyectos, considerando las herramientas y conceptos de Lean Construction. La metodología consistió en una encuesta a 63 empresas de la ciudad de Cochabamba-Bolivia mediante un cuestionario conformado por 44 preguntas. Se consultaron cuatro aspectos: a) perfil de los encargados de proyectos, b) información general de la empresa, c) planificación y ejecución de proyectos y d) conocimiento de la filosofía Lean Construction. Los resultados muestran que las empresas reconocen los problemas en la productividad y generación de desperdicios, pero no realizan soluciones específicas. Por otro lado, las empresas han escuchado e incluso implementando algunas herramientas de Lean Construction; sin embargo, la mayoría (70%) no conoce la filosofía. Si bien se identifican barreras para implementar la filosofía, también se resaltan acciones que pueden colaborar en su aplicación, tales como demostrar resultados con utilidades y capacitar al personal.

2.1.2 Antecedente Nacionales.

Según Pérez et al. (2019) su estudio "Aplicación de carta balance en proyectos viales en Lima, Perú", analizó la aplicación de la carta balance en la productividad de la mano de obra en proyectos de construcción de carreteras. Este análisis es crucial, ya que la construcción de infraestructura vial no solo implica grandes inversiones, sino también una alta demanda de recursos humanos y materiales. Los resultados obtenidos destacan

cómo la implementación de la carta balance, una herramienta de gestión de recursos, ha tenido efectos positivos en varios aspectos clave de los proyectos viales, mejorando tanto la eficiencia operativa como los costos. Entre los resultados más significativos para el objetivo de este estudio, se encuentra un 16 % de incremento en la productividad de la mano de obra, es decir, se logró un mayor desempeño al momento de pavimentar metros cuadrados de carretera. Lo anterior fue posible al implementar una adecuada planificación y reparto de trabajos, lo cual ayudó a mantener a los trabajadores centrados. Con la carta balance, se logró una mejor distribución de carga entre los miembros del equipo, lo que permitió maximizar el tiempo útil de cada trabajador. Asimismo, se disminuyeron en un 12 % los tiempos muertos, ocasionados por una mala distribución de recursos y estructuración de los trabajos. La carta balance permitió identificar y eliminar los períodos de inactividad no productivos, asegurando que los trabajadores no estuvieran esperando materiales o instrucciones, sino que pudieran continuar trabajando de manera continua y sin interrupciones. Este enfoque mejoró la utilización de las horas laborales, logrando el uso más eficiente de los recursos humanos y materiales. El efecto de la carta balance se mostró en una asignación significativamente reducida de la maquinaria y los materiales costos operativos disminuidos en un 10%. La optimización de la cantidad de recursos llevada a evitar la sobrecarga de los equipos y la escasez de los materiales; por lo tanto, redujo los costos operativos y el transporte. Estos enfoques lo hicieron más eficiente y aseguraron que se mantiene el presupuesto dentro del borrador. El estudio confirma que la carta balance mejora la productividad y gestiones de recursos y reduce los costos operativos; por lo tanto, es vital en los proyectos de infraestructura.

Según Salazar y Vásquez (2020) su estudio "Evaluación de la carta balance en proyectos de infraestructura urbana en Arequipa", La carta balance se probó en sus efectos sobre la incidencia de proyectos de infraestructura urbana y permitió observar directamente cómo impacta el mecanismo en la construcción de veredas y sus resultados finales por medio de la variable de salvaguardia que al final del día involucra tiempo y costo. Los resultados demostraron que la carta balance tiene efectos significativos sobre la cercanía

y la preocupación de las cuadrillas, la cantidad de recursos asignados y los gastos operativos. El aumento de la productividad fue del 14% en la medida de los metros cuadrados de pavimento completados por cuadrilla. Una fuente principal de disipación de la productividad fue la mala asignación de la mano de obra y la falta de capacitación. La carta balance realmente ayudó a visualizar las cargas optimizaran su tiempo, sino que también distribuyeran su esfuerzo de manera más eficiente entre las tareas que realizaban. En la construcción de infraestructuras urbanas, la gestión es crucial para cumplir plazos y presupuestos. Por un lado, se logró reducir el tiempo de ejecución en un 10 % gracias a la implementación de la carta balance, lo que se tradujo en una mayor eficiencia del proyecto. Por otro, la optimización se consiguió gracias a la mejora de la organización y la coordinación. De esta manera, los trabajos de los diferentes equipos se transformaron en un proceso más fluido a través de la carta balance. En este sentido, también se redujeron los costes de mano de obra en un 8 % a través de una mejor planificación de tareas y recursos. Asimismo, esta planificación también condujo a una gestión más inteligente de los materiales lo que ayudó a mantener los costes en el margen. Así, la implementación de la carta balance demostró ser una herramienta valiosa para mejorar la rentabilidad de los proyectos de infraestructura urbana, garantizando la calidad del trabajo sin comprometer los recursos disponibles.

Según Pizarro (2021) su estudio: optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en la "carretera vecinal - chiribamba a incachaca - Castrovirreyna – Huancavelica" tuvo como objetivo utilizar la carta balance para optimizar la mano de obra en la rehabilitación y mejoramiento de la carretera vecinal. Esta es una herramienta de Lean Construction que toma intervalos de tiempo corto (cada minuto) y toma apuntes de la actividad que está realizando cada obrero, las mismas que son divididas en tres tipos de trabajos: trabajos productivos (TP), trabajos contributorio (TC) y trabajos no contributorios (TNC). El cual se aplicó en la fase de ejecución del proyecto, permitiendo balancear la cuadrilla y así proponer mejoras en la productividad de mano de obra. El tipo de estudio fue aplicativo, enfoque cuantitativo, el nivel fue descriptivo y el diseño fue el no

experimental, La población es la carretera vecinal del anexo de caudalosa grande y santa rosa del distrito de santa Ana, de donde se tomó como muestra la obra “rehabilitación y mejoramiento de la carretera vecinal de chiribamba a incachaca” para analizar las partidas de enterrado de alcantarillas TMC y la reparación de muros de mampostería de piedra. Del presente informe técnico realizado a la obra ejecutada “rehabilitación y mejoramiento de carretera vecinal de chiribamba a incachaca” se concluye que se puede optimizar la mano de obra proponiendo una productividad real mejorada, teniendo en cuenta el balance de cada cuadrilla, la velocidad de producción teórica y la producción real en obra. De la misma manera se puede aplicar la carta balance en la ejecución de otros proyectos y obtener resultados eficientes en cuanto a la optimización de la mano de obra.

Según Tullume (2019) su estudio “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”. La presente tesis tiene como finalidad mejorar la productividad en los diferentes procesos de construcción de una edificación multifamiliar, mediante la aplicación de la herramienta Cartas Balance bajo un enfoque Lean Construction, con la cual realizando una medición continua se identificarán los tiempos productivos, contributivos y no contributivos en cada partida analizada, realizando con esto las propuestas de mejoras correspondientes a cada proceso. Al finalizar la implementación de la herramienta Cartas Balance, se podrá comparar la forma tradicional de construir con la implementación de la filosofía Lean Construction, viendo los beneficios que trae consigo ésta.

Según Calderon & Rojas (2021) su tesis titulada “Mejoramiento De La Productividad en el Proceso Constructivo Del Proyecto Ampliación Del Servicio Académico Del CIDUNT, Distrito De Trujillo, Aplicando La Carta Balance” tuvo como objetivo usar la Carta Balance para identificar factores que inciden en la baja productividad dentro de la industria de la construcción, medido en la obra “Ampliación del Servicio Académico del Centro de Idiomas en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo, Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad”, esta herramienta Lean Construction



con toma de datos de tiempos cortos (cada minuto) midiendo la actividad que realiza cada obrero, las mismas que son clasificadas por tres tipos: Trabajos Productivos (TP), Trabajos Contributorios (TC) y Trabajos No Contributorios (TNC). La metodología de estudio es tipo Diseño Pre experimental Longitudinal, donde se analizará la muestra en campo antes y después de aplicar las estrategias de mejora correspondientes para mitigar Trabajos No Contributorios encontrados en obra, mediante la herramienta Carta Balance. La Población analizada es el Proyecto en ejecución y la muestra de estudio son las partidas: Concreto en sub cimiento, acero en vigas de cimentación, acero y concreto en platea de cimentación, acero y concreto en losa aligerada. Analizando las mencionadas partidas se busca mejorar la efectividad significativa, superar un 25% a la efectividad que se viene realizando, y así con estos resultados pueda servir a otras empresas que deseen mejorar su eficacia y adoptar estrategias de mejora para mejorar su productividad en el sector construcción, aplicando Carta Balance.

Según Panta & Pingo (2023) su tesis "Evaluación de la productividad de la mano de obra aplicando la carta balance en una institución educativa del distrito de Bernal, 2023". En la presente investigación se planteó como objetivo evaluar los índices de productividad de la mano de obra con la aplicación de la carta balance en una Institución Educativa del Distrito de Bernal; para el desarrollo de esta, hemos utilizado la metodología del tipo aplicada con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, contando con una población de 58 obreros que trabajaron en la obra de la Institución Educativa N°14026 de Chancay-Bernal, con una muestra de 32 obreros de la obra antes mencionada, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia y la técnica utilizada fue la observación con la aplicación del instrumento que fue la carta balance. Con la aplicación de nuestro instrumento se obtuvo un promedio de 59.12% de trabajo productivo, un 32.87% de trabajo contributorio y un 8% de trabajo no contributorio, encontrándose entre el rango de trabajos optimizados, por lo que se concluye que si existió productividad en la ejecución de las partidas por parte de los obreros.

2.1.3 Antecedentes Locales.

Según Pérez et al. (2020) su estudio "Productividad de mano de obra en obras viales en la ciudad de Puno", se centró en evaluar la productividad de la mano de obra en proyectos de construcción de pavimentación urbana ejecutados por la Municipalidad de Puno. Fue fundamental para comprender cómo la cantidad técnica de los proyectos influía en las divergencias en la atención de los recursos humanos. Uno de los resultados esenciales de la investigación es una disminución del 24,11% en el trabajo de mano de obra definido como horario de trabajo productivo. La explicación radica en la planificación técnica y el salario durante los funcionamientos. Al medir el trabajo por la cantidad de metro cuadrado del pavimento reinado dado, se justifica la previsión reducida debido a que se cuida más trabajos con el ajuste y, por lo tanto, se omite la parálisis. Asimismo, se encuentra la relación significativa alta $r = 0.798$ entre la cantidad técnica y el trabajo, lo que aún muestra la suma de la abundancia de la cantidad técnica para cuidar el trabajo en la función tienen un impacto directo en el desempeño de los trabajadores. Una gestión técnica eficiente mejora la ejecución de tareas y la productividad del proyecto. Es evidente que este estudio simplemente resalta la deficiencia en las prácticas actuales de gestión técnica de proyectos viales. Por eso, creo que la capacitación continua del personal y la introducción de herramientas de control serán críticas para aumentar la productividad en la construcción pública. Los gestores deben hacer un uso óptimo de los recursos, coordinar las tareas de manera que las personas no se molesten e intentar que estén motivadas y bien formadas para hacer las tareas y cumplir con los plazos y los estándares deseados. Este tipo de estudios ayuda a mejorar las políticas públicas en infraestructura y hace que se logren obras más eficientes y menos costosas.

Según Machicao y Alférez (2021) su estudio "Carta balance aplicada en gestión de construcción". El tema evalúa el uso de la carta balance en proyectos de construcción para mejorar la productividad laboral. De acuerdo con la tabla de resultados descrita, la carta balance aumenta la productividad en un 36%, en comparación de lo que se había presentado anticipadamente. Sus beneficios se centran en la precisión, puesto que

asignan tareas y recursos directos. Sin esta carta, la media de productividad se aumenta en un 6%; lo cual demuestra su importancia en la terminación eficaz de proyectos. Al final, la carta balance permite estructurar tareas de maneras muy reducida, lo cual maximiza el rendimiento de cada trabajador, eliminando las tareas de más. Además, sirve como una carta de control de trabajo, brindando el espacio necesario para ajustar el rendimiento laboral a las necesidades del proyecto, optimizando el tiempo y los recursos disponibles. Este estudio subraya la implementación exitosa de la carta balance en Puno, donde revirtió la productividad y eficiencia preocupante. Dado el caso, el hallazgo evidencia que el uso de la herramienta ha distribuido tareas y atendido soluciones que alteran el rendimiento de proyectos reales. Como resultado, este estudio sugiere que una herramienta de gestión como la carta balance genera mejoras materiales en infraestructura y enfatiza la necesidad de métodos viables para reforzar la productividad en construcción.

Según Pinto et al., (2024) su estudio "Análisis de Productividad en Construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de Mano de Obra en Proyectos Hospitalarios Nivel I-IV". La investigación tuvo como objetivo optimizar la productividad en la construcción de Puno a través de la evaluación de la productividad laboral utilizando el método Lean Construction. El objetivo principal fue analizar la productividad en la construcción aplicando Lean Construction basada en el rendimiento de la mano de obra en Puno. Los objetivos específicos incluyen: identificar los tiempos productivos utilizando Lean Construction, emplear herramientas como Last Planner y Look Ahead para disminuir los tiempos no productivos, y aplicar el ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos. La metodología utilizada fue un diseño no experimental, tipo ex post facto. Los resultados revelaron una mejora considerable en los tiempos productivos en el proyecto "Mejoramiento de los Servicios de Salud del Centro de Salud Zepita, Micro Red Zepita, Red de Salud Chucuito, del distrito de Zepita – provincia de Chucuito – departamento de Puno", obteniéndose los siguientes resultados en partidas clave, relacionadas a las coberturas metálicas del proyecto en promedio 32.70% de Tiempo Productivo (TP), 30.53% de Tiempo Contributivo (TC), y 36.77% de Tiempo No Productivo (TNP), además,

el ciclo de Deming mostró un efecto positivo en la productividad. En conclusión, la adopción de Lean Construction en proyectos de construcción en la región de Puno, resultó eficaz para mejorar la productividad de la mano de obra, destacando la importancia de integrar metodologías de planificación y mejora continua en la gestión de proyectos.

Según Chura & Esteves (2024) su estudio “Mejora del Sistema Constructivo para el Cumplimiento del Tiempo y Costo del Proyecto en el Pabellón E – Aulas Educativas de la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca, 2023”. El presente estudio tiene como objetivo ver cómo afecta el cambio de sistema constructivo de losa aligerada a pre losas en el tiempo, alcance y costo del proyecto, para lo cual se analizó la ejecución de un proyecto de construcción de la Universidad Peruana Unión, la metodología empleada desarrolla el enfoque descriptivo no experimental, solo se describen los hechos y resultados. El análisis de la aplicación de la metodología permitió un tiempo de ejecución de 103 días siendo inicialmente planteado en 125 días, así mismo se logró una inversión del 37.36% menos de lo presupuestado, lo cual ha generado una aceptación y conformidad del servicio por parte del cliente. La investigación ha demostrado que la aplicación de sistemas prefabricados y uso de las herramientas digitales y tridimensionales como BIM, Lean Construction, permiten mejorar la productividad y el cumplimiento del contrato a nivel de alcance, costo y tiempo.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Productividad y rendimiento

En el ámbito de la construcción, la productividad se refiere a la relación entre el output (resultado del trabajo realizado, como el volumen de obra, metros cuadrados, metros cúbicos, etc.) y los inputs utilizados (mano de obra, equipos, materiales y tiempo). Medida de la eficiencia de los recursos individuales. Es una medida clave para determinar la eficiencia de los recursos en un proyecto de construcción. El rendimiento mide el volumen total de trabajo que una cuadrilla, obrero o cualquier otro equipo de trabajo puede

realizar de ejecutar por unidad de tiempo bajo condiciones de obra determinadas. Este concepto, aunque relacionado, se enfoca más en la velocidad y calidad del trabajo realizado en el sitio (Álvarez & García, 2021).

La productividad es otro factor estrechamente relacionado con el tiempo, ya que se refiere a la cantidad de trabajo producido o los objetivos alcanzados durante un período específico utilizando los mismos recursos. Una alta productividad se logra cuando un lote de trabajo se realiza en menos tiempo; una baja productividad indica ineficiencia, caracterizada por el desperdicio de materiales, tiempo y mano de obra. En los proyectos de construcción, la productividad y el rendimiento se monitorean constantemente para controlar el ritmo, revisar el cronograma o elegir entre soluciones de construcción alternativas y la provisión de recursos (Ríos et al., 2020).

2.2.1.1 Importancia de la productividad de la mano de obra

Un componente clave del costo en proyectos de construcción es la mano de obra y, a través de ella, el presupuesto final (Rodríguez et al., 2021). Un incremento en la productividad de los trabajadores no solo reduce las horas-hombre necesarias para completar las tareas, sino que también disminuye los desperdicios y los costos asociados a retrabajos, tiempos muertos y la ineficiencia en el uso de recursos (Sánchez & Ramírez, 2020).

Para reducir el riesgo de incumplimiento de los plazos y las penalizaciones por demora, una mano de obra productiva que pueda comenzar y completar trabajos a tiempo es recomendable. También disminuye los costos financieros derivados de las ampliaciones de plazo o los trabajos adicionales requeridos debido a retrasos (Martínez et al., 2020). Recientemente, varios estudios han demostrado que la implementación de prácticas de gestión de calidad y capacitación continua del personal no solo mejora la productividad, sino que también eleva la calidad de los productos constructivos entregados, lo que refuerza la competitividad y sostenibilidad de los proyectos (González et al., 2021; Ríos et al., 2020).

2.2.1.2 Factores que afectan la productividad en obras viales

En proyectos de construcción de infraestructuras viales, la productividad está fuertemente influenciada por la calidad de la planificación y la logística de abastecimiento de materiales, equipos y frentes de trabajo. Una mala planificación o unos cronogramas poco realistas pueden provocar esperas innecesarias, interferencias entre actividades y un uso ineficiente de la maquinaria. Finalmente, afectan negativamente la productividad y el rendimiento del proyecto (Álvarez & García, 2021; Sánchez & Ramírez, 2020).

Luego, las condiciones climáticas y del terreno también juegan un papel crucial en la rapidez con que se desarrolla un proyecto vial y su posterior coherencia. Si el terreno es inestable o no se le puede llegar con facilidad, es probable que esto no solo frene, sino que también tenga un impacto negativo en la productividad. Además, el nivel de habilidades y la experiencia laboral de los trabajadores también impacta en el desempeño: cuanto más controlen los empleados el proceso, más rápido y con menos errores trabajarán (Martínez et al., 2020).

En el caso de las obras para infraestructuras viales y otras, varias son las circunstancias a tener en cuenta para determinar los factores críticos esenciales para su rendimiento: la disponibilidad y la condición operativa de ciertos equipos, la frecuencia de retrazo. Equipos inadecuados o en malas condiciones puede causar retrasos, despilfarro de costos y falta de productividad (Álvarez & García, 2021).

2.2.2 Carta balance.

La Carta Balance es una herramienta crítica en proyectos de construcción, ya que ayuda a analizar y optimizar cómo se distribuye el tiempo entre las actividades. Proporciona tres tipos de tiempo: productivo, contributivo e improductivo y revela falta de eficacia y áreas para mejorar objetivo es reducir los tiempos muertos, optimizar la asignación de recursos humanos y maximizar la productividad general de los proyectos. Según Hernández y Pérez (2022), la implementación de esta metodología es esencial para incrementar la eficiencia operativa y reducir los costos en proyectos de infraestructura.

Como se puede ver, la Carta Balance se ha establecido como una práctica de desarrollo regularmente utilizada en el área de la construcción. Martínez y Castro afirmaron que la Carta Balance ha proporcionado un marco para la administración del tiempo, de manera que constantemente fomenta una cultura de desarrollo y monitoreo en todos y cada uno de los grupos. En proyectos masivos, donde el buen uso del tiempo y los recursos es fundamental a fin de cumplir con los plazos y los objetivos presupuestarios, se vuelve aún más obligatorio.

2.2.2.1 Principales Componentes

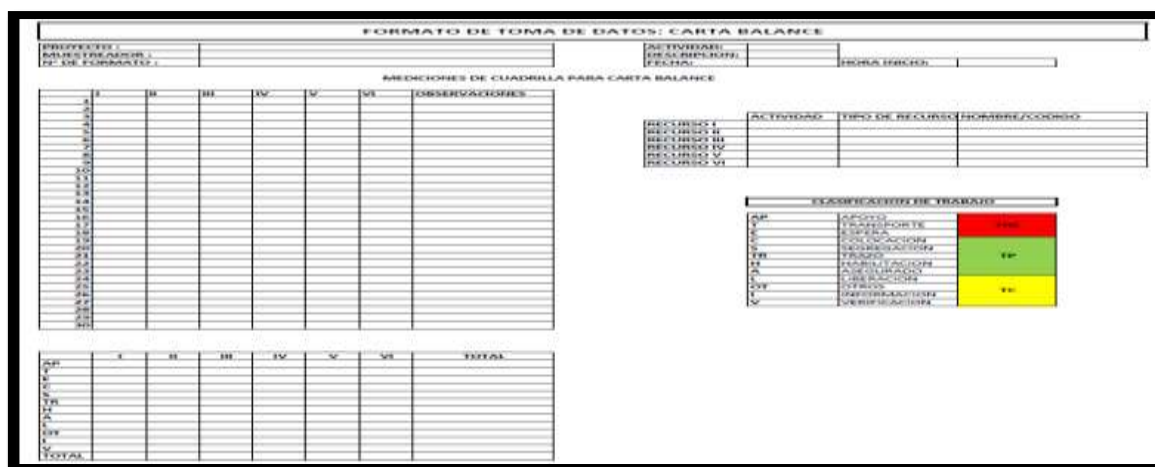
Trabajo Productivo (TP): Las actividades productivas son aquellas que hacen avanzar el proyecto, como la instalación de materiales o la compactación del terreno. González y Ramírez (2021) afirman que el trabajo productivo es crítico para avanzar en la obra de construcción y debe maximizarse.

Trabajo Contributorio (TC): En la categoría de tiempos muertos se encuentran las actividades sin autonomía que, aunque forman parte del progreso, no agregan valor directamente. Se incluyen al respecto la entrega de materiales, el ensamblaje de equipos y la vigilancia, entre otros. Sánchez y López, relacionan un correcto control sobre estos tiempos con la eliminación de desviaciones y limitantes.

Trabajo Improductivo (TI): Las actividades poco comunes son horas improductivas que no aportan valor, como la espera de material o los retrasos logísticos. Uno de los objetivos principales de la implementación de un Cuadro de Mando Integral es reducirlas, ya que influyen directamente en la productividad y el lenguaje operativo (Martínez & Castro, 2021).

Figura 1

Carta Balance.



FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE

PROYECTO: _____ ASISTENTE: _____ FECHA: _____

REVISOR: _____

RECURSOS DE CLASIFICACIÓN PARA CARTA BALANCE

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

RECURSOS I **RECURSOS II** **RECURSOS III** **RECURSOS IV** **RECURSOS V** **RECURSOS VI**

ACTIVIDAD **TIPO DE RECURSO** **HOMBRE/COMBUSTIBLE**

CLASIFICACIÓN DE RECURSOS

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

2.2.2.2 Ventajas de la Carta Balance

La aplicación de la Carta Balance en proyectos de construcción aporta beneficios significativos, entre ellos:

- Optimización del tiempo laboral: Permite identificar y eliminar actividades que no generan valor, maximizando el tiempo dedicado a tareas productivas.
- Mejor asignación de recursos: Facilita la distribución eficiente de la mano de obra y los equipos, asegurando que cada recurso sea utilizado de manera óptima.
- Reducción de costos: Minimizar los tiempos improductivos contribuye a una ejecución más eficiente y económica del proyecto.
- Cumplimiento de plazos: La mejora en la organización del trabajo permite que los proyectos se completen dentro del tiempo establecido, reduciendo retrasos innecesarios.

2.2.2.3 Relevancia en Proyectos de Construcción

La Carta Balance ha sido especialmente provechosa para la construcción al fomentar la interdependencia de las actividades y limitar el tiempo. Estadísticas recientes muestran que la eficacia de dicha Carta se incrementa en hasta un 30% la productividad de proyectos de infraestructura vial y edificaciones (Hernández & Pérez, 2022).

Proyectos de pavimentación: donde su aplicación ha disminuido los tiempos de inactividad del transporte de tableros, lo que permite un incremento en los metros cuadrados pavimentados por día. • Este documento aumenta la productividad y el uso eficiente de los recursos. (Sánchez & López, 2020).

Además, Martínez y Castro (2021) Este proyecto aboga por que se tomen decisiones a partir de datos, ya que clasifica las actividades y analiza los tiempos, lanzando luz sobre los puntos críticos del proceso para que se puedan introducir medidas específicas que los mejoren y optimicen los entornos del proyecto.

2.2.3 Productividad en la Construcción

La productividad es otro indicador fundamental en los proyectos de construcción. Se trata de la eficiencia con que se emplean los recursos y se cumple el trabajo en tiempo, costos y calidad. Con la ayuda de este indicador, los gerentes pueden rastrear el progreso y modificar los procesos para lograr los hitos deseados. Para infraestructuras como calles y aceras, se mide en metros cuadrados de pavimento por día. (González & Ramírez, 2021).

2.2.3.1 Importancia de la Productividad en Proyectos de Construcción

La productividad afecta la rentabilidad y el cumplimiento de los plazos. Dado que el sector opera con márgenes estrechos, los retrasos conllevan costos directos; en consecuencia, los gerentes se esfuerzan por maximizar la productividad (Hernández & Pérez, 2022). Además, la productividad tiene un efecto acumulativo en la sostenibilidad de las empresas constructoras, ya que obras terminadas dentro de los plazos y presupuestos proyectados fortalecen su competitividad en el mercado.

2.2.3.2 Factores que Afectan la Productividad

Factores que afectan la productividad en las obras de construcción Muchos factores internos y externos afectan la productividad en las obras de construcción. Para lograr la productividad esperada, es fundamental identificar los factores y prevenir y corregir los que están en el poder de los gerentes de construcción. Los factores abarcan:

Organización del Trabajo: La falta de planificación y coordinación: Martínez y López señala que esta desorganización conduce a interrupciones, tiempos muertos que resultan en un menor rendimiento del equipo. Al implementar métodos de control como la Carta Balance, se logra una estructuración de tareas y se establecen prioridades más efectivas, mejorando así el flujo de trabajo.

Capacitación de la Mano de Obra: Los trabajadores capacitados son más eficientes ya que tienen las habilidades para realizar una tarea con precisión y velocidad. Según Sánchez y Castro, mientras citas empresas que buscan producción de materiales debido a la capacitación y la calidad, disminución de errores y de retrabajo.

Disponibilidad de Recursos: El acceso a materiales, herramientas y equipos: González y Ramírez en 2021 argumentan que las demoras en la llegada de insumos o la falta de suministro impactan en los índices de espera que se convierten en sinónimo de tiempos improductivos en una obra. Según los autores, la administración eficiente de suministros puede disminuir estos tiempos hasta un 15% en proyectos de carreteras.

Clima y Condiciones Externas: Factores climáticos, como lluvias intensas, altas temperaturas o fuertes vientos, pueden interrumpir las actividades programadas, afectando la productividad del equipo de trabajo. Aunque estas condiciones no siempre son evitables, una planificación que contemple escenarios alternativos puede mitigar su impacto (Hernández & Pérez, 2022).

Motivación y Condiciones Laborales: Factores como la satisfacción laboral, el ambiente de trabajo y los incentivos económicos también influyen en la productividad. Trabajadores motivados tienden a ser más comprometidos y eficientes. Martínez y López (2020) destacan que un ambiente laboral positivo puede aumentar la productividad hasta en un 20%.

2.2.3.3 Estrategias para mejorar la productividad

Mejorar la productividad en proyectos de construcción requiere un enfoque integral que considere tanto los procesos operativos como los factores humanos. Entre las estrategias más efectivas se encuentran:

- ❖ **Planificación Detallada:** Diseñar un cronograma de actividades que optimice el uso del tiempo y los recursos, considerando posibles contingencias.
- ❖ **Capacitación Continua:** Implementar programas de formación para mejorar las habilidades técnicas y la seguridad laboral del personal.
- ❖ **Implementación de Herramientas de Gestión:** Utilizar metodologías como la Carta Balance para identificar y minimizar actividades improductivas.
- ❖ **Monitoreo y Evaluación:** Llevar un seguimiento constante del desempeño del equipo y ajustar las estrategias según sea necesario.

2.2.3.4 La Carta Balance como herramienta de productividad

Las Cartas Balanceadas son una forma bien conocida y reconocida para aumentar la productividad de la construcción. Las actividades se dividen en productivas, contribuyentes y improductivas para enseñar a los gerentes a eliminar estos últimos y pasar el mayor tiempo posible en tareas que crean valor.

Según Hernández y Pérez (2022), Aumento de la productividad: la utilización de la Carta Balance en proyectos de infraestructura ha logrado un incremento de la productividad laboral de hasta un 30%, ya que reduce los tiempos muertos y la reorganización de tareas. Además, la carta balance ayuda a identificar los cuellos de botella, por lo que se pueden tomar decisiones cimentadas para mejorar el flujo del trabajo.

Por ejemplo, Como pavimento, su uso ha permitido aumentar en metros cuadrados la superficie pavimentada al día, dado que si los trabajadores estarán ocupados en las actividades pueden tener acceso a los recursos necesarios (Sánchez & Castro, 2019).

2.2.4 Gestión de la Mano de Obra

Mano de obra como recurso crítico para proyectos de construcción. La mano de obra también es un recurso esencial en la construcción, ya que afecta directamente la productividad y la calidad del costo. Pérez y Hernández expusieron el siguiente punto a continuación "por tanto, una mala gestión del recurso generará desperdicios, retrasos y sobrecostos. Que comprometerían la sostenibilidad del proyecto". Por lo tanto, cualquier

esfuerzo suficiente para administrar la mano de obra no solo implica asignar tarea al personal, sino también involucrar su motivación personal.

2.2.4.1 Importancia de la Mano de Obra en la Construcción

La mano de obra no puede ser subestimada en la construcción, ya que los costos de la mano de obra alcanzan hasta el 40% y son críticos para la productividad. A pesar de las máquinas avanzadas, el trabajo humano es necesaria para la mayor parte de tareas debido a las habilidades manuales necesarias. La calidad de la maniobra afecta todas las etapas del proyecto antes de la planificación e implementación hasta la entrega.

Una gestión eficiente de la mano de obra, asegura el cumplimiento de los objetivos del proyecto y mejora el clima laboral acelera la rotación de personal en un sector competitivo (Sánchez & López, 2020).

2.2.4.2 Aspectos Clave en la Gestión de la Mano de Obra

La gestión de la mano de obra en la construcción requiere un enfoque integral que aborde tanto aspectos organizativos como humanos. Los principales elementos de esta gestión son:

Planificación de Tareas: Para gestionar eficazmente la mano de obra, la planificación es esencial. Implica la ruptura del proyecto en actividades específicas, que se asignan a los miembros del personal correspondiente a sus habilidades. Gómez 2021 argumenta que una planificación excelente garantiza la reducción de los tiempos muertos y la alta coordinación del equipo, lo que mejora significativamente el flujo laboral.

Distribución de Roles: En una obra, cada operario o hombre desempeña un papel específico; los capataces vigilaran y coordinara, los operarios desempeñaran tareas técnicas, mientras que los peones, como dice la frase, son un apoyo. Eso es, desempeñarán todo tipo de tareas auxiliares. Tal esquema distributivo obliga a los subordinados a colaborar y reduce a cero sus conflictos internos (Pérez & Hernández, 2021).

Monitoreo de Desempeño: Hacer seguimiento del desempeño de los trabajadores: esto ayudará a detectar las desviaciones del cronograma y a implementar

cualquier acción correctiva. La carta balance es una excelente herramienta para monitorear la productividad en tiempo real y asegurarse de que se están cumpliendo las metas del proyecto (González & Ramírez, 2021).

Capacitación y Desarrollo de Habilidades: Mejorar la eficiencia de los trabajadores. De acuerdo con Sánchez y López, citados en Miroslava, "la formación técnica / habilidades eleva la calidad del trabajo y asegura la seguridad en el trabajo, disminuyendo los accidentes y retrasos". Además, la capacitación fomenta la adaptación a nuevas tecnologías y metodologías.

Motivación del Personal: Motivación: es fundamental en la administración de la fuerza laboral y puede ser responsable del compromiso y rendimiento de los trabajadores. Para Gómez, las formas de motivación, como el incentivo monetario, reconocimiento al desempeño y condiciones laborales adecuadas pueden aumentar significativamente la productividad del equipo.

2.2.4.3 Impacto de la Carta Balance en la Gestión de la Mano de Obra

La Carta Balance: es una herramienta que resulta fundamental en el manejo de fuerza de trabajo en proyectos de construcción, ya que clasifica las actividades en productivas, contributivas e improductivas, lo que permite determinar áreas de mejora y por ende, optimizar la mano de obra.

Optimización del Tiempo de Trabajo: Carta balance: ayuda a identificar y reorganizar tareas improductivas para aumentar el tiempo invertido en productivas. Gómez Gómez, 2021 indica que el uso de este instrumento puede generar un incremento en la productividad de hasta el 30% al reducir tiempos muertos y optimizar la repartición de tareas.

Incremento en la Motivación de los Trabajadores: La claridad de responsabilidades y la disminución de la carga laboral innecesaria en un ambiente de trabajo más disciplinado y menos estresante mejoran el compromiso y la responsabilidad de los trabajadores (Sánchez & López, 2020).

Monitoreo Eficiente del Desempeño: No caso da Carta Balance, de acorde como a presentado sobre fatores que ofrece mejor productividad e uso de tiempo, los gestores y precisas. Así mismo, los mismos pueden garantir a tomada das decisiones correctas y tener una conclusión inmediata. (González & Ramírez, 2021).

2.2.4.4 Beneficios de una gestión eficiente de la mano de obra

Hay varios beneficios asociados con la gestión eficiente de la mano de obra que impactan tanto en los resultados inmediatos del proyecto como en la sostenibilidad a largo plazo de las empresas constructoras:

- ❖ **Mayor Productividad:** Una gestión eficiente asegura que los trabajadores estén enfocados en actividades que generan valor, incrementando la cantidad de trabajo realizado en el mismo tiempo.
- ❖ **Reducción de Costos:** Optimizar el uso de la mano de obra minimiza los gastos asociados con tiempos improductivos, retrabajos y rotación de personal.
- ❖ **Cumplimiento de Plazos:** La organización efectiva del equipo de trabajo permite cumplir con los cronogramas establecidos, evitando penalizaciones por retrasos.
- ❖ **Mejora en la Calidad del Trabajo:** Al garantizar que los trabajadores tengan las habilidades y herramientas necesarias, se logra un nivel más alto de calidad en las obras.
- ❖ **Clima Laboral Positivo:** Un ambiente de trabajo organizado y motivador fomenta la cohesión del equipo y reduce conflictos internos.

2.2.4.5 Retos en la Gestión de la Mano de Obra

A pesar de sus beneficios, gestionar la mano de obra en proyectos de construcción enfrenta retos significativos, como:

- 🌐 **Resistencia al Cambio:** La introducción de nuevas herramientas y metodologías, como la Carta Balance, puede generar resistencia entre los trabajadores acostumbrados a prácticas tradicionales (Pérez & Hernández, 2021).
- 🌐 **Limitaciones Presupuestarias:** La falta de recursos para implementar programas de capacitación o adquirir herramientas modernas puede limitar la eficacia de la gestión.

- ✚ Condiciones Externas: Factores como el clima, restricciones legales o conflictos laborales pueden afectar la capacidad de los gestores para implementar estrategias de manera efectiva (González & Ramírez, 2021).

2.2.5 Obras de mejoramiento de calles y veredas

Este tipo de trabajos son vitales para la sostenibilidad urbana, ya que permiten mejorar las estructuras públicas y drenar las condiciones adecuadas para el paso. Incrementando la accesibilidad a las poblaciones de entorno y fortaleciendo su audiencia y la sostenibilidad del manejo utópico (Gómez & Ramírez, 2020).

El envejecimiento de calles y veredas en un contexto urbano en crecimiento es uno de los desafíos a ser enfrentados por los gobiernos locales para encontrar soluciones sostenibles y eficientes. Según Pérez y López (2021) “mejorar calles y veredas, esto es reparar las superficies dañadas y rediseñar las infraestructuras para la nueva demanda, lo que implica uso de materiales sostenibles y diseño inclusivo para personas con movimiento reducido”.

2.2.5.1 Importancia del Mejoramiento de Calles y Veredas

El mejoramiento de calles y veredas es una actividad prioritaria en la gestión de infraestructura urbana por varias razones fundamentales:

- ❖ **Movilidad y Accesibilidad:** Por lo tanto, estas obras permitirían una circulación segura y eficiente de los peatones y reducirían los accidentes y la conexión de las ciudades. Además, estas construcciones promoverían la inclusión social, ya que estarían diseñada para las personas con discapacidades físicas o movilidad reducida u pesonas mayores (Martínez & Castro, 2019).
- ❖ **Impacto Económico:** Los trabajos de mejoras de las calles y veredas fomentan el desarrollo económico al posibilitar el transporte de bienes, reducir los costos de mantenimiento de vehículos y dinamizar las actividades de los comercios vecinos (Sánchez & Fernández, 2020).

- ❖ **Sostenibilidad Urbana:** El uso de materiales duraderos y técnicas constructivas modernas reduce la necesidad de reparaciones, el impacto ambiental y los gastos generales a largo y corto plazo. Asimismo, el diseño de planes de drenaje eficientes reduce el riesgo de inundaciones urbanas (Gómez & Ramírez, 2020).
- ❖ **Mejora de la Calidad de Vida:** Una buena planificación y mantenimiento de calles y aceras, mejora el paisajismo urbano, la percepción de la ciudad y promueve la caminata y el andar en bicicleta, lo que es vital para la población (Pérez & López, 2021).

2.2.5.2 Etapas Principales de las Obras de Mejoramiento

El proceso de mejoramiento de calles y veredas sigue un conjunto de etapas bien definidas para garantizar la calidad y durabilidad de las obras. Estas etapas incluyen:

- ✚ **Preparación del Terreno:** La etapa incluye el trabajo de limpieza del área, el retirar los desechos y la nivelación y compactación del terreno. La estabilidad de capas superiores depende de lo bien que se prepare la base. Martínez y Castro indican que se puede causar un impacto en la vida útil de la instalación y el desarrollo de fallas prematuras por los errores cometidos aquí.
- ✚ **Colocación de Materiales:** Para el pegamento, se utiliza concreto, asfalto o adoquín, y depende del tráfico, el clima y el presupuesto. Gómez y Ramírez indicaron que seleccionar materiales sostenibles y duraderos puede reducir el mantenimiento en un 30 %.
- ✚ **Compactación:** La compactación garantiza el asentamiento adecuado de las capas, eliminando vacíos y fortaleciendo las propiedades estructurales, lo que previene los hundimientos o rajaduras que afectan la funcionalidad y seguridad de calles y veredas (Sánchez & Fernández, 2020).
- ✚ **Acabados y Limpieza:** Esta fase de construcción comprende los acabados como la pintura de señalización vial, la instalación de complementos como el bordillo, la rampa y la alcantarilla, y finalmente, la última etapa de limpieza. Son realizados para que los acabados cumplan con los estándares de calidad y normatividad correspondiente y del lugar (Pérez & López, 2021).

2.2.5.3 Desafíos en las Obras de Mejoramiento

Aunque estas obras son fundamentales, su ejecución enfrenta diversos desafíos que pueden afectar la calidad y los tiempos de entrega:

Restricciones Presupuestarias: Muchas municipalidades carecen de los recursos necesarios para realizar obras de alta calidad, lo que a menudo resulta en soluciones temporales que requieren intervenciones frecuentes. Según Martínez y Castro (2019), la implementación de estrategias como la planificación participativa y la búsqueda de financiamiento externo puede aliviar este problema.

Condiciones climáticas adversas: tales como lluvias intensas y temperaturas extremas afectan la construcción, especial en la colocación de los materiales y compactación. Es importante que la planificación tenga en cuenta este elemento e incluya contingencias que permitan disminuir el impacto de los retrasos provocados por el clima (Gómez & Ramírez, 2020).

Fallos de Coordinación: desordenados y malas asignaciones de recursos humanos causan tiempos de espera y disminución en la eficiencia. Pueden evitarse utilizando una carta de Balance en lugar del presupuesto límite para optimizar los recursos y el flujo (Pérez & López, 2021).

Impacto social y ambiental: Las obras de mejoramiento mal gestionadas pueden causar malestares a los habitantes, por ejemplo, ruido, polvo y la reducción del tráfico, además, los materiales desechados ejercen una presión negativa sobre el ecosistema si no están bien utilizados (Sánchez & Fernández, 2020).

2.2.5.4 Optimización mediante la Carta Balance

Carta Balance: mejora de actividades. La carta balance se refiere a los tipos de trabajo utilizados en cada actividad. Cada actividad se clasifica en una tarea: productiva, contributiva o improductiva. Esto facilita la identificación de áreas críticas y mejoras en el flujo de trabajo.

- ✓ **Identificación de Cuellos de Botella:** Los procesos que llevan retraso como la falta de coordinación en la entrega de material o poco o nada de conocimiento en la

asignación de tareas son identificados por la Carta Balance. Gómez y Ramírez, 2020, por ejemplo, reportan que la utilización de carta balance en proyectos urbanos resultó en una reducción de los tiempos muertos de un 20 %.

- ✓ **Optimización del Uso de Recursos:** Lo anterior, garantiza que los colaboradores y equipos dediquen su tiempo a actividades que aporten valor, disminuyendo costos y siendo más eficientes. Según Pérez y López en (2021), la carta balance aumenta en un 25% la productividad en las actividades inherentes al mejoramiento vial.
- ✓ **Monitoreo y Ajuste Continuo:** La Carta Balance proporciona datos en tiempo real que permiten realizar ajustes inmediatos en la planificación y ejecución, asegurando el cumplimiento de los plazos establecidos (Sánchez & Fernández, 2020).

2.2.6 Optimización de Recursos

Hoy en día, la construcción moderna requiere la optimización de los recursos disponibles en vista del nivel de complejidad de los proyectos y de los presupuestos acotados de las empresas. La optimización implica la maximización de la eficiencia en el uso de los recursos humanos, materiales, equipos y herramientas para garantizar la sostenibilidad y la rentabilidad de las operaciones. De acuerdo con Pérez y Ramírez : “en general, una buena optimización, ahorra costos de operación, mejora la calidad y los tiempos de entrega” en proyectos de infraestructura.

2.2.6.1 Importancia de la optimización de recursos en la construcción

En esta línea, la optimización de recursos es fundamental en la construcción, en tanto se recurre a más proyectos sostenibles, presionando a reducir costos y cumplir cronogramas. Según Gómez y Fernández (2020), la gestión ineficiente puede aumentar los costos en 25% por desperdicios, muertos y mal uso de equipos.

Optimización: reduce los residuos y el consumo de energía en la obra, lo que además de la reducción de costes, lleva a la sostenibilidad y la construcción responsable. (Martínez & López, 2019).

2.2.6.2 Áreas Clave en la Optimización de Recursos

La optimización de recursos en la construcción abarca tres áreas principales:

Recursos Humanos: La gestión eficiente del personal es crucial para garantizar el éxito de un proyecto. Esto incluye:

- ✓ Organización y Asignación de Tareas: Asignar tareas específicas a los trabajadores según sus competencias y habilidades, evitando redundancias y tiempos muertos. Gómez y Fernández (2020) destacan que una buena planificación puede incrementar la productividad laboral hasta en un 30%.
- ✓ Capacitación y Motivación: Invertir en la formación técnica de los trabajadores mejora su desempeño y reduce los errores en las tareas asignadas. Además, la implementación de incentivos económicos o reconocimiento al desempeño aumenta el compromiso del equipo (Sánchez & López, 2021).

Materiales: El manejo eficiente de los materiales es esencial para reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Esto incluye:

- ✓ Minimización del Desperdicio: Implementar técnicas de control como el cálculo preciso de cantidades y la reutilización de materiales donde sea posible. Según Martínez y López (2019), una adecuada gestión de los materiales puede reducir los desperdicios hasta en un 20%.
- ✓ Logística y Disponibilidad: Asegurar que los materiales estén disponibles en el momento adecuado para evitar interrupciones en el flujo de trabajo. Esto implica coordinar con los proveedores y realizar un seguimiento constante de los inventarios (Pérez & Ramírez, 2021).

Equipos y Herramientas: El uso eficiente de equipos y herramientas no solo mejora la productividad, sino que también extiende su vida útil. Entre las prácticas recomendadas están:

- ✓ Mantenimiento Preventivo: Garantizar que los equipos estén en óptimas condiciones para evitar fallas durante la ejecución del proyecto. Según Gómez y Fernández (2020),

un programa de mantenimiento adecuado puede reducir los tiempos de inactividad en un 15%.

- ✓ **Uso Eficiente:** Capacitar al personal en el manejo correcto de las herramientas y maquinaria, asegurando su máximo rendimiento y evitando daños por uso inadecuado (Sánchez & López, 2021).

2.2.6.3 Optimización de Recursos mediante la Carta Balance

En muchos aspectos, la metodología de la Carta Balance es una herramienta particularmente efectiva para la consolidación y optimización de recursos en proyectos de construcción que pueden encontrarse a lo largo de las etapas posteriores del proceso de planificación y producción. Además, mediante la determinación de las áreas e ineficiencias asociadas con la asignación del recurso antes mencionado para recopilarla, la Carta Balance proporciona al equipo de toma de decisiones datos clave necesarios para la toma de decisiones estratégicas.

- ✓ **Reducción de Tiempos Muertos:** Clasifica las operaciones de trabajo en productivas, contribuyentes e improductivas, con lo que desaparecen los tiempos muertos Martínez y López, (2019), mencionaron que su implementación en los trabajos de infraestructura ha permitido disminuir en un 20% los tiempos improductivos y con ello mejorar la eficiencia de todo el proceso.
- ✓ **Mejora de la Coordinación entre Equipos:** Para concluir, esta metodología de organización del trabajo por equipos permite que todos los recursos se dirijan hacia las actividades más importantes. Según Gómez y Fernández, una buena coordinación con la carta balance eleva la productividad al 25%.
- ✓ **Monitoreo y Ajustes en Tiempo Real:** Por otro lado, la Carta Balance muestra datos en vivo del rendimiento del equipo, así como información en tiempo real del progreso del proyecto. En consecuencia, los gerentes pueden realizar ajustes rápidos y efectivos para garantizar que cumplan con las fechas límite establecidas (Pérez & Ramírez, 2021).

2.2.6.4 Beneficios de la Optimización de Recursos

La implementación de estrategias de optimización de recursos en la construcción aporta beneficios significativos, entre ellos:

- ✓ Reducción de Costos: Minimizar el desperdicio de materiales, reducir los tiempos improductivos y mantener los equipos en óptimas condiciones se traduce en un ahorro significativo para el proyecto.
- ✓ Mayor Productividad: Una mejor asignación de tareas y una logística eficiente garantizan que los recursos sean utilizados al máximo de su potencial.
- ✓ Cumplimiento de Plazos: La optimización asegura que las actividades se ejecuten dentro del tiempo programado, evitando retrasos costosos.
- ✓ Sostenibilidad Ambiental: El manejo eficiente de los recursos reduce la generación de residuos y el consumo de energía, alineándose con los principios de construcción sostenible.

2.2.6.5 Desafíos en la Optimización de Recursos

A pesar de sus beneficios, la optimización de recursos enfrenta varios desafíos, entre ellos:

- ✓ Resistencia al Cambio: La implementación de nuevas metodologías, como la Carta Balance, puede generar resistencia por parte de los trabajadores acostumbrados a prácticas tradicionales (Martínez & López, 2019).
- ✓ Falta de Capacitación: La ausencia de programas de formación limita la capacidad del equipo para adaptarse a cambios en los procesos o tecnologías.
- ✓ Condiciones Externas: Factores como retrasos logísticos, cambios en los precios de los materiales o condiciones climáticas adversas pueden afectar la implementación de estrategias de optimización (Gómez & Fernández, 2020).

2.2.7 Impacto de la Optimización en Proyectos

En conclusión, la implementación de estrategias de optimización, en particular, la Carta Balance, constituye un enfoque clave para aumentar la eficiencia y la rentabilidad de los proyectos de construcción. Las herramientas de optimización mejoran la eficiencia del

uso de los recursos y ahorran tiempo, dinero, calidad y sostenibilidad. Según Pérez y López (2023), "Los estudios sugieren que la productividad en lo que respecta a proyectos de infraestructura podría aumentarse de un 20 a 30% mediante la optimización estructurada". Por lo tanto, este aspecto es crítico para la gestión moderna.

2.2.7.1 Impactos Clave de la Optimización

La optimización en proyectos de construcción tiene implicancias directas en diversas áreas críticas para su éxito:

Reducción de Costos: La reducción de tiempos improductivos y el uso eficiente de los recursos permiten bajar los costos en operación. Al suprimir actividades sin valor y priorizar el flujo de producción, las horas hombre no aprovechadas se reducen, y los presupuestos se ven afectados. Gómez y Ramírez indica que al aplicar estrategias como la carta balance se puede reducir esos costos en un 15% al dejar de desperdiciar y malas asignaciones de tareas.

Ejemplo: La implementación de la Carta Balance en un proyecto de pavimentación de calles permitió reducir los tiempos de espera de los materiales, logrando de esta manera un 12% de ahorro del presupuesto (Pérez & López, 2023).

Cumplimiento de Plazos: Por otro lado, la optimización facilita la planificación detallada y el seguimiento durante la implementación del proyecto. En consecuencia, todos los trabajos se completan en los plazos requeridos y se evitan multas onerosas, por lo que se construye una buena reputación para las empresas constructoras. De acuerdo con Martínez y Castro: en 2020 quien utilizó las herramientas de optimización en sus proyectos cumplió con los plazos lamentablemente en un 95% de todos los casos, mientras que en el grupo de quienes no las utilizó: se lograron cumplir con las fechas tan solo en un 70%.

Ejemplo: *Reorganización de tareas: En el contexto de un proyecto de construcción de veredas, balancear la carta permitió reorganizar las tareas diarias y garantizar que todo el trabajo se completara a tiempo a pesar del mal tiempo (Gómez & Fernández, 2020).

Calidad del Trabajo: La disposición de tareas de manera más clara y la concentración en actividades eficientes también conllevan a obras de mejor calidad, ya que el trabajador

está más claro sobre lo que debe hacer y tiene mayor tiempo para hacerlo lo que garantiza resultados finales que cumplen con lo esperado y evita el retrabajo (Sánchez & López, 2022).

Según Pérez y López (2023), la implementación de estrategias de optimización mejora la calidad general del proyecto en un 25%, ya que permite a los equipos concentrarse en actividades clave sin interrupciones ni desorganización.

Sostenibilidad y Uso Responsable de Recursos: La reducción del desperdicio de materiales, energía y tiempo reduce la huella ambiental durante la optimización de los proyectos de construcción. Esto está en línea con la construcción sostenible (Martínez & López, 2019).

Ejemplo: El 18% de los residuos se reutilizaron para la construcción de infraestructura vial. De esta manera, la reutilización de residuos fue una oportunidad para reducir costos y el impacto ambiental. (Pérez & López, 2023).

2.2.7.2 Impacto de la Carta Balance como herramienta de optimización

En resumen, la Carta Balance es una herramienta que mejora la productividad y resultados entregables de los proyectos de construcción al identificar y reducir tiempos improductivos, optimizar recursos, y organizar actividades laborales.

Productividad y Rentabilidad: Según Pérez y López (2023), En los proyectos de infraestructura, por su parte, hay un aumento de la productividad con Carta Balance en un intervalo de 20% a 30%, lo que lleva a más lucro porque más trabajo puede ser terminado en menos tiempo y con menos recursos.

Monitoreo y Toma de Decisiones: La Carta Balance es, por lo tanto, instrumental en la recolección de datos en tiempo real (en lo que respecta al desempeño del equipo y el progreso del proyecto) que ayudan a los gerentes a hacer ajustes inmediatos para garantizar que se cumplan los objetivos establecidos (Gómez & Fernández, 2020).

Colaboración y Motivación del Equipo: La claridad en la asignación de responsabilidades y la organización eficiente de las tareas fomentan un ambiente laboral más colaborativo y motivador. Los trabajadores, al entender mejor sus roles, se sienten

más comprometidos y productivos, lo que mejora la cohesión del equipo y los resultados del proyecto (Sánchez & López, 2022).

Beneficios Adicionales de la Optimización en Proyectos

Además de los impactos directos en costos, tiempos y calidad, la optimización ofrece beneficios adicionales, como:

- ✓ **Fortalecimiento de la Reputación Empresarial:** Las empresas constructoras que completan proyectos dentro de los plazos y presupuestos establecidos fortalecen su posición en el mercado y generan confianza entre sus clientes.
- ✓ **Reducción de Riesgos:** Una mejor organización y planificación disminuyen los riesgos asociados a accidentes laborales, errores constructivos y conflictos internos.
- ✓ **Cumplimiento de Normativas:** La optimización asegura que las actividades se alineen con las regulaciones locales e internacionales, evitando sanciones y problemas legales.

2.3 Marco conceptual

a) Carta balance

Es un cuadro donde se va anotando, cada cierto tiempo, qué está haciendo cada trabajador de la cuadrilla, separando si lo que hace avanza la obra, la apoya o simplemente se pierde tiempo. Con esta información se puede ver en qué se está usando realmente la mano de obra y dónde se puede mejorar.

b) Rendimiento

Es la cantidad de trabajo que una cuadrilla o trabajador logra hacer en un día o en una hora. Normalmente se expresa como metros cuadrados o metros cúbicos construidos por diario, y sirve para saber si se está trabajando más rápido o más lento de lo esperado.

c) Productividad

Es una medida que compara lo que se produce con los recursos que se usan. En la obra se relaciona el avance físico con las horas-hombre empleadas, para ver qué tan eficiente se está utilizando la mano de obra y otros recursos.

d) Mano de obra

Son todos los trabajadores que intervienen directamente en la construcción de las calles y veredas, como operarios, oficiales y peones, que ponen su esfuerzo y conocimientos para ejecutar las distintas partidas.

e) Trabajo productivo (TP)

Es el tiempo en que el trabajador realiza actividades que hacen crecer esencialmente la obra, por ejemplo, excavar, colocar concreto o asfalto, compactar o hacer el acabado de la superficie.

f) Trabajo contributorio (TC)

Es el tiempo dedicado a actividades que no generan avance directo, pero que son necesarios para poder trabajar, como llevar materiales, preparar herramientas, limpiar el área o revisar niveles y medidas.

g) Trabajo no contributorio (TNC)

Es el tiempo que se pierde en actividades que no ayudan al avance de la obra, ni directo ni indirecto, como esperar materiales o equipos, caminar sin necesidad, descoordinaciones, retrabajos o paradas no previstas, y que se busca reducir con la ayuda de la carta balance.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la Investigación

Según Hernández et al., (2020). el enfoque mixto surge como una respuesta a la necesidad de integrar la visión numérica-objetiva del enfoque cuantitativo y la riqueza descriptiva del enfoque cualitativo en un solo estudio. Este autor define la investigación mixta como aquella que “combina procesos cuantitativos y cualitativos en una sola investigación para aprovechar las fortalezas de ambos y aportar una comprensión más amplia y profunda del fenómeno”. Puedes reforzar que se selecciona este enfoque porque permite abordar la complejidad del problema desde distintas ópticas y responde de manera más sólida a los objetivos planteados.

El presente estudio adopta un enfoque mixto. Se emplea la recolección de datos cuantitativos, expresados en porcentajes y registros de tiempos invertidos en actividades productivas, contributorias y no contributorias, así como el análisis cualitativo a través de la observación directa y la descripción de los procesos en obra. Este enfoque permite obtener una visión integral sobre cómo la aplicación de la carta balance afecta la organización y la eficiencia de la mano de obra, aprovechando las ventajas de ambos paradigmas científicos.

3.2 Tipo de la investigación

De acuerdo con Hernández et al., (2020). la investigación aplicada “es la que busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se obtienen con fines prácticos e inmediatos, destinados a solucionar problemas concretos en contextos determinados”. En este sentido, la metodología aplicada pretende no sólo comprender el fenómeno, sino intervenir en él para producir un cambio concreto o una mejora en la realidad observada.

El tipo de investigación es aplicado, ya que se orienta a resolver una problemática específica del campo de la ingeniería civil: la baja productividad de la mano de obra en obras de mejoramiento de calles y veredas. Sus resultados buscan ser implementados directamente en el contexto real del trabajo, contribuyendo no solo a la teoría, sino también a la optimización de la gestión de obras civiles.

3.3 Nivel de la Investigación

El nivel explicativo, según Hernández et al., (2020). “busca identificar las causas de los eventos, sucesos o fenómenos, es decir, va más allá de la simple descripción, tratando de responder al porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causales”. Por ello, se eligió este nivel, ya que el propósito fundamental del estudio es determinar el efecto de una variable sobre otra y explicar los mecanismos que lo producen.

Nivel de investigación: explicativo, ya que se refiere a la relación causal entre la carta balance y el incremento de la productividad laboral: interpreta los cambios en función del fenómeno después de la intervención, con base técnica y bibliográfica.

3.4 Diseño de la Investigación

Según Hernández et al., (2020), el diseño experimental “se caracteriza por la manipulación intencional de variables independientes para observar su efecto en una o más variables dependientes, controlando al mismo tiempo las variables extrañas”, siendo el diseño por excelencia para establecer relaciones de causa y efecto. Incluye la existencia

de al menos dos grupos (experimental y control) y la asignación aleatoria de los sujetos, asegurando así la validez interna de los resultados.

La investigación presenta un diseño experimental de tipo pre-experimental, ya que se realiza la intervención (implementación de la carta balance) en grupos determinados de trabajadores, registrando y comparando los resultados obtenidos antes y después. Se busca comprobar la influencia directa de la variable independiente (aplicación de la carta balance) sobre la variable dependiente (productividad de la mano de obra).

3.5 Método de la Investigación

Según Hernández et al., (2020). el método deductivo parte de teorías y principios generales para llegar a conclusiones o explicaciones particulares que pueden ser sometidas a comprobación en la realidad". En este método, el investigador formula hipótesis a partir de un marco teórico y verifica si se cumplen en situaciones específicas a través de la observación y experimentación en el estudio.

Se utiliza el método deductivo. Se parte de principios generales de gestión de proyectos y productividad en ingeniería civil, y se contrasta la teoría con la experiencia empírica adquirida en las obras evaluadas, verificando en el contexto local los postulados teóricos sobre la carta balance.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Según Hernández et al., (2019). La población corresponde al conjunto de individuos o elementos que son el foco de estudio en una investigación y de los cuales se selecciona una muestra. Es crucial definir claramente esta población para asegurar que las conclusiones obtenidas sean válidas y puedan ser aplicadas de manera generalizada.

La población está conformada por todas las obras de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro.

3.6.2 Muestra

Según Hernández et al., (2020, pág. 173). La muestra se refiere al conjunto específico de individuos u objetos extraídos de la población para ser incluidos en el estudio. El tamaño de la muestra variará según las características del estudio, el diseño de la investigación y el enfoque metodológico utilizado.

La muestra está compuesta por dos obras de mejoramiento de calles y veredas, cada una con un equipo de trabajo compuesto por 2 operarios, 2 oficiales y 2 peones, considerando criterios como: accesibilidad, volumen de mano de obra, similitud en los procesos constructivos y disposición para aplicar la carta balance. El tamaño de la muestra se justifica en función de la viabilidad operativa, asegurando suficiente representación y validez

- Obra 1: Mejoramiento de calles y veredas en las calles (Jr. San Román).
- Obra 2: Mejoramiento de calles y veredas en las calles (Jr. Pacifico)

Las cuales se analizan la productividad en tiempo de los trabajadores en dos condiciones:

- Método convencional: sin aplicación de cartas balance.
- Método optimizado: con aplicación de cartas balance.

3.7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.7.1 Técnicas de recolección de datos

La principal técnica utilizada en esta investigación fue la observación directa sistemática en campo, enfocada en el registro objetivo y detallada de las actividades desarrolladas por cada integrante de las cuadrillas de mano de obra durante las jornadas de trabajo en obras de mejoramiento de calles y veredas. Para garantizar la exhaustividad, la observación se realizó en intervalos de 1 minuto dentro de bloques continuos de 30 minutos, permitiendo así captar la dinámica real de los procesos constructivos, los cambios de actividad y los tiempos improductivos. Con la ayuda de algunos asistentes calificados,

el investigador logró documentar el trabajo de cada trabajador individual sin causar distracción. Este método permitió la obtención de datos confiables mientras representan a toda la población.

Las actividades observadas clasificadas como trabajos productivos, contributivos y no contributivos, basándose tanto en criterios internos como en la literatura técnica. Registros fotográficos, así como anotaciones de incidencias y condiciones ambientales, se utilizaron para contextualizar los datos recolectados y anotar los factores externos que podrían influir en la productividad.

Registro de actividad, para lo cual se empleó un análisis de registros de actividad con formato de carta balance estructurada. Se resume los registros de actividades del diseñador y se clasifica y cuantificación del tiempo que este le dedicó a cada tarea. Se aplicó este análisis a la etapa anterior y posterior de implementación de la carta balance para si poder comparar de forma objetiva las dos fases de implementación y calcular los indicadores clave de desempleo de trabajo: porcentajes TP, TC, TNC por cuadrilla y jornada.

El cruce de información con bitácoras de obra y partes diarias constituyó una triangulación que permitió reforzar la validez de los resultados, pero, sobre todo, ajustar procedimientos ante evidencias de inconsistencias. Solo la combinación de ambas técnicas permitió asegurar la confiabilidad y completitud de los datos, que constituyeron la base metodológica para el análisis del impacto de la carta balance en la productividad de la mano de obra.

3.7.2 Instrumentos de recolección de datos.

Formato de carta balance: Para la completitud de la actividad, se utilizó una tabla de Excel para tabular la actividad de cada trabajador en el tiempo para bloques de 30 minutos. En cada celda, se consignó el código de la tarea según los acrónimos; PP: Trabajo Productivo; PC: Trabajo Contributivo; PNC: Trabajo No Contributivo, lo cual nos permitió

un registro exacto y de comparación para la productividad en nociones de las cuadrillas y periodos entre sí, así como una sistematización de los resultados en términos de eficiencia.

✚ **Fichas de observación:** Para complementar los datos por carta balance, se desarrollaron fichas estandarizadas en campo donde se consignaron observaciones relevantes asociadas al contexto de trabajo: condiciones ambientales, incidencias durante la jornada, dificultades particulares y comportamientos que podrían impactar el desempeño individual o grupal. Estas fichas permitieron aportar valor cualitativo en la interpretación de los resultados cuantitativos.

✚ **Cronómetros digitales:** En cada actividad se emplearon dispositivos electrónicos estándar, lo cual permitió cronometrar con exactitud los tiempos, permitiendo un adecuado muestreo cada 1 minuto y evitando sesgos en el registro.

✚ **Registros fotográficos:** La toma de fotografías se sumó como refuerzo visual en la carta balance y procesos documentales, localización de recursos, conformación de cuadrillas y modificaciones en la obra. Las fotografías respaldaron afirmaciones y nutrieron la exposición de resultados en la tesis.

✚ **Hojas de cálculo:** Los datos obtenidos se sistematizaron en Excel, lo que permitió no solo llevar el promedio, la desviación y el porcentaje de cada tipo de trabajo, sino también integrar gráficos comparativos. Estas herramientas permiten visualizar los indicadores de productividad antes y después de la intervención y, posteriormente, elaborar cuadros y tablas del documento final.

Gracias a la aplicación de estos instrumentos fue posible garantizar la confiabilidad, validez y objetividad de los resultados, logrando establecer indicadores robustos de eficiencia laboral y constatar la incidencia que la carta balance tiene en la productividad de la realidad chilena en obras civiles.

3.8 Proceso para la recopilación de información.

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

Figura 2

Ficha Carta Balance.

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD							
PROYECTO:							
SOLICITANTE:							HORA INICIO:
PARTIDA:							HORA FINAL:
OBRERO							
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
RESULTADOS:							
TP	0	0	0	0	0	0	0
TC	0	0	0	0	0	0	0
TNC	0	0	0	0	0	0	0
						Porcentajes:	
						TRABAJO PRODUCTIVO	0,00%
						TRABAJO CONTRIBUTIVO	0,00%
						TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	0,00%

LOCALIZACIÓN DE LAS OBRAS ANALIZADAS

Figura 3

Localización de la Provincia de Azángaro.



Figura 4

Ubicaciones de las obras estudiadas.



3.8.1 Desarrollo de plan.

Fase 1: Diagnóstico Inicial

Objetivo: Establecer el rendimiento base de la cuadrilla sin intervención metodológica.

Procedimiento:

Durante esta primera fase, el investigador observó a los trabajadores directamente durante su rutina sin intervenir con el tiempo utilizado en cada actividad. Además, se empleó el formato de carta balance en el Anexo para anotar en bloques de treinta minutos y minuto a minuto cada actividad del obrero con detalle. De esta manera, se recabó información respecto al rendimiento actual de la cuadrilla con base en el trabajo real y sin considerar ninguna clase de optimización o control.

Fase 2: Capacitación

Objetivo: Asegurar un registro preciso, sistemático y estandarizado.

Procedimiento:

Previa a la intervención, el investigador y sus asistentes fueron instruidos acerca del llenado del formato de carta balance y la clasificación de las actividades en trabajo productivo (TP), contributivo (TC) y no contributivo (TNC). Igualmente se elaboró un protocolo de observación de campo, con el propósito de asegurar un registro uniforme y de confianza de las actividades, reduciendo la variabilidad de recolección de datos y asegurando mediciones consistentes de desempeño de la cuadrilla.

Fase 3: Intervención

Objetivo: Aplicar la balanza de cartas para monitorear y clasificar detalladamente cada tarea en campo.

Procedimiento:

La balanza de carta se aplicó para seguir el monitoreo de la observación directa durante esta etapa. El investigador usó los códigos y criterios de la etapa 1 para registrar cada minuto las actividades de cada obrero en tiempo real, permitiendo un análisis preciso de cada tarea ejecutada. Ahora es importante señalar que en el proceso, se siguió

fielmente el ritmo natural de trabajo de la cuadrilla, sin alterar su desempeño, porque era necesario obtener datos que reflejaran el trabajo en condiciones habituales.

Figura 5

Actividad realizada en obra de mejoramiento de veredas.



Fase 4: Consolidación y Sistematización de Datos

Objetivo: Organizar y procesar la información recolectada para análisis estadístico y comparativo.

Procedimiento:

Después de la obtención de las informaciones de los registros, los datos se organizaron en planillas, agrupados por obrero, cuadrilla y tipo de actividad, TP, TC y TNC. Se revisaban los registros para verificar si los tiempos eran coherentes y sin errores. Los indicadores de actividad y de productividad se calculaban en porcentaje de tiempo dedicado a las actividades actividades productivas, contributivas y no contributivas. Esta fase permitió transformar los datos brutos en información estructurada y útil para el análisis estadístico.

Figura 6*Procesamiento de Información.***Fase 5: Validación y Control de Calidad**

Objetivo: Confirmar la precisión y representatividad de los datos antes del análisis final.

Procedimiento:

En primer lugar, se revisaron todos los registros de datos, verificando la clasificación y completando los formatos del balance general. Se corrigieron las inconsistencias o errores de codificación y se garantizó el cumplimiento de los procedimientos de la fase anterior; de esta manera, se obtuvieron datos fiables y completos. Esta última fase también incluyó una revisión previa al análisis estadístico final para obtener resultados claros y válidos que se presentaran en la tesis.

3.9 Procesamiento de datos

Los datos de la carta balanza fueron puestos en hojas de cálculo, generando matrices de comparación por tipo de obra, cuadrilla y jornada de trabajo. Se obtuvieron indicadores básicos de productividad:

- porcentaje de trabajo productivo (TP), contributivo (TC) y no contributivo (TNC);



- rendimiento promedio de la mano de obra por actividad y por cuadrilla.

Procesamiento de datos: se aplica la estadística descriptiva, utilizando promedios y porcentajes para la comparación de los resultados de la productividad antes y después de la utilización de la carta balance en las obras de mejoramiento de calles y veredas. Estos resultados descriptivos permitieron identificar la variación en la distribución de tiempos de TP, TC y TNC, y evaluar el efecto de la carta balance sobre la productividad de la mano de obra, en función de los objetivos planteados en la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados.

La presente sección expone los resultados obtenidos a partir del estudio de la incidencia de la aplicación de la carta balance en la optimización de la productividad de la mano de obra en proyectos de mejoramiento de calles y veredas en la provincia de Azángaro. El análisis se realizó comparando el desempeño de equipos de trabajo antes y después de implementar la carta balance, utilizando indicadores claros y registros sistemáticos de actividades productivas, contributivas y no contributivas. Esta metodología permitió medir los cambios en la asignación de recursos humanos y la eficiencia de los procesos constructivos bajo distintas condiciones.

Los resultados, desglosados por tipo de trabajo y período de evaluación, ofrecen cómo la carta balance incrementa la proporción de trabajos productivos y reduce el tiempo dedicado a actividades no productivas. Asimismo, su influencia en el rendimiento de la mano de obra y en la optimización del tiempo y recursos en la construcción urbe de Azángaro. Cumplieron con los objetivos de la investigación, generando la base necesaria para las conclusiones y recomendaciones de esta propuesta en otros emprendimientos de ingeniería civil en la región.

TRABAJOS EN LA PARTIDAS EN OBRA DE MEJORAMIENTO DE CALLES

Tabla 2*Trabajo productivo en obra de mejoramiento de calle.*

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Trazo de área de trabajo
2	Colocación de asfalto
3	Compactación de subrasante
4	Nivelación de vía
5	Replanteo y marcado de ejes
6	Acabado superficial

Los trabajos que se realizan en una obra de mejora de calles comprenden trazado, colocación del asfalto y nivelación. Un adecuado proceso de estos tres elementos mencionados es fundamental para la calidad y durabilidad de la obra de infraestructura vial.

Tabla 3*Trabajo contributivo en obra de mejoramiento de calle.*

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Transporte de materiales (arena, grava)
12	Mezclado de materiales fuera del área principal
13	Preparación de herramientas
14	Limpieza y retiro de escombros
15	Instalación y retiro de señalización provisional
16	Reposición de servicios afectados (agua/luz)
17	Supervisión de seguridad industrial

Estos trabajos contributivos incluyen aquellos exigidos en una obra de mejora de calles tales como el transporte de los materiales, la preparación de las herramientas, la

supervisión de la seguridad industrial, entre otros. Estos trabajos apoyan el progreso de la vía de forma indirecta y no son directamente productivos en su construcción.

Tabla 4

Trabajo No contributivo en obra de mejoramiento de calle.

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Espera por materiales/equipos
22	Pausas o descanso de cuadrilla
23	Resolución de interferencias no planificadas
24	Desplazamientos innecesarios en obra

De hecho, los trabajos no contributivos para mejorar calles, por ejemplo, esperar la llegada de un material o conseguir un descanso o traslado innecesario son improductivos y pueden provocar una pérdida de tiempo.

TRABAJOS EN LA PARTIDAS EN OBRA DE MEJORAMIENTO DE VEREDAS

Tabla 5

Trabajo productivo en obra de mejoramiento de vereda.

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Excavar para fundaciones de vereda
2	Colocación de mezcla para base
3	Instalación de concreto premezclado
4	Encofrado y desencofrado
5	Colocación de ocre
6	Nivelación final
7	Junta y sellado

Los trabajos en la vereda son sus servicios de excavación fundición de concreto premezclado y e nivelació3n final, que son necesarios para construcción y acondicionamiento de las aceras.

Tabla 6*Trabajo contributivo en obra de mejoramiento de vereda.*

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Transporte interno de mezcla o materiales
12	Ajuste preliminar de ocre
13	Preparación y limpieza de superficie previa
14	Movilización de herramientas
15	Supervisión de calidad
16	Instalación de protección temporal
17	Revisión de planos y especificaciones
18	Supervisión ambiental y de gestión de residuos

Dentro de los trabajos en la mejora de veredas se encuentra el transporte, la preparación de superficies y la supervisión de calidad. Estas cualificaciones respaldan los trabajos productivos, aseguran que se utilizan los materiales y los procesos apropiados y en conformidad con las especificaciones, y llevan a cabo tareas de seguridad y gestión ambiental.

Tabla 7*Trabajo No contributivo en obra de mejoramiento de vereda.*

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Esperas por suministro de mezcla
22	Tiempos muertos por falta de autorización
23	Descansos de cuadrilla fuera de jornada efectiva
24	Problemas logísticos o de comunicación interna

Asimismo, los tiempos no contributivos en la transformación veredas abarcan las demoras por la llegada de la mezcla, las esperas sin autorización y los descansos fuera de hora. En todos los casos, no se está generando ni producción ni producción para el cliente y puede haber pérdida de tiempo. Se agregan problemas logísticos y de comunicación interna que irrumpen en la eficiencia.

Tabla 8*Número y tipo de obras.*

OBRA - 1	OBRA - 2
Obra de mejoramiento de calle	Obra de mejoramiento de calle
Obra de mejoramiento de vereda	Obra de mejoramiento de vereda

Se presenta una comparación entre dos tipos de obras: la obra de mejoramiento de calle y la obra de mejoramiento de vereda. Ambas obras se mencionan en los dos grupos, OBRA-1 y OBRA-2, lo que indica que los trabajos en ambos tipos de infraestructura son considerados en paralelo.

Tabla 9*Número de personal estudiado.*

DESCRIPCIÓN	CARGO
Personal 1	Operario
Personal 2	Operario
Personal 3	Oficiales
Personal 4	Oficiales
Personal 5	Peón
Personal 6	Peón

Se presenta un listado del personal estudiado en un proyecto, clasificando a cada individuo según su cargo. Los cargos incluyen operarios, oficiales y peones, reflejando la diversidad de funciones dentro del equipo. Esta clasificación ayuda a organizar y asignar responsabilidades en el trabajo de campo. La información también facilita la evaluación del desempeño de cada grupo en relación con su rol específico en la obra.

4.1.1 Rendimiento promedio de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles y veredas.

4.1.1.1 OBRA 1

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN OBRA DE MEJORAMIENTO DE CALLE.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de calle, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 10

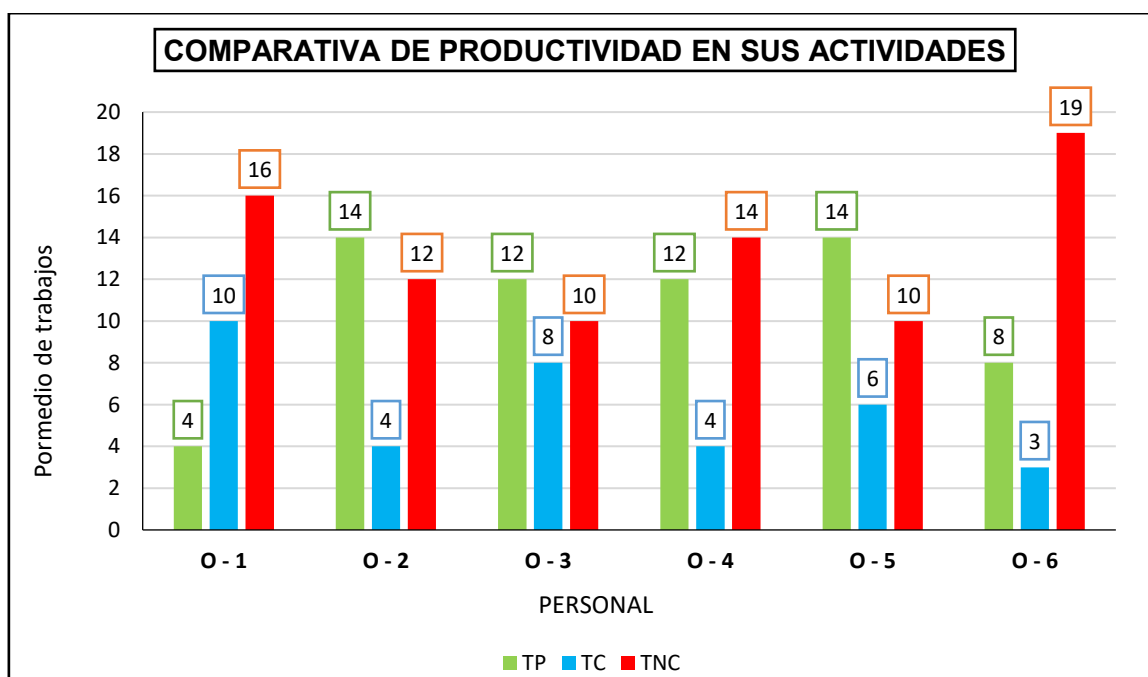
Trabajos en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).

TRABAJO	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	4	14	12	12	14	8
TC	10	4	8	4	6	3
TNC	16	12	10	14	10	19

Los trabajos están clasificados en tres tipos: TP, TC y TNC, con valores numéricos correspondientes a cada periodo. Esta distribución permite observar la variación de los trabajos a lo largo del tiempo y cómo se asignan los recursos en cada etapa de la obra.

Figura 7

Actividades realizadas en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).



La gráfica destaca cómo varía el rendimiento según el tipo de trabajo y el personal asignado, lo que permite identificar áreas de mayor eficiencia en el proyecto.

Tabla 11

Productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	35,56%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	19,44%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	45,00%

Se muestra que el 35,56% del trabajo realizado es productivo, mientras que el 19,44% corresponde a trabajo contributivo y el 45,00% es trabajo no contributivo. Esta distribución resalta la necesidad de reducir las actividades no contributivas para mejorar la eficiencia del proyecto.

Figura 8

Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 1).



Esta distribución resalta la mayor contribución de las actividades TNC, lo que sugiere que estas tienen un impacto significativo en el avance de la obra.

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN OBRA DE MEJORAMIENTO DE VEREDA.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de vereda, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 12

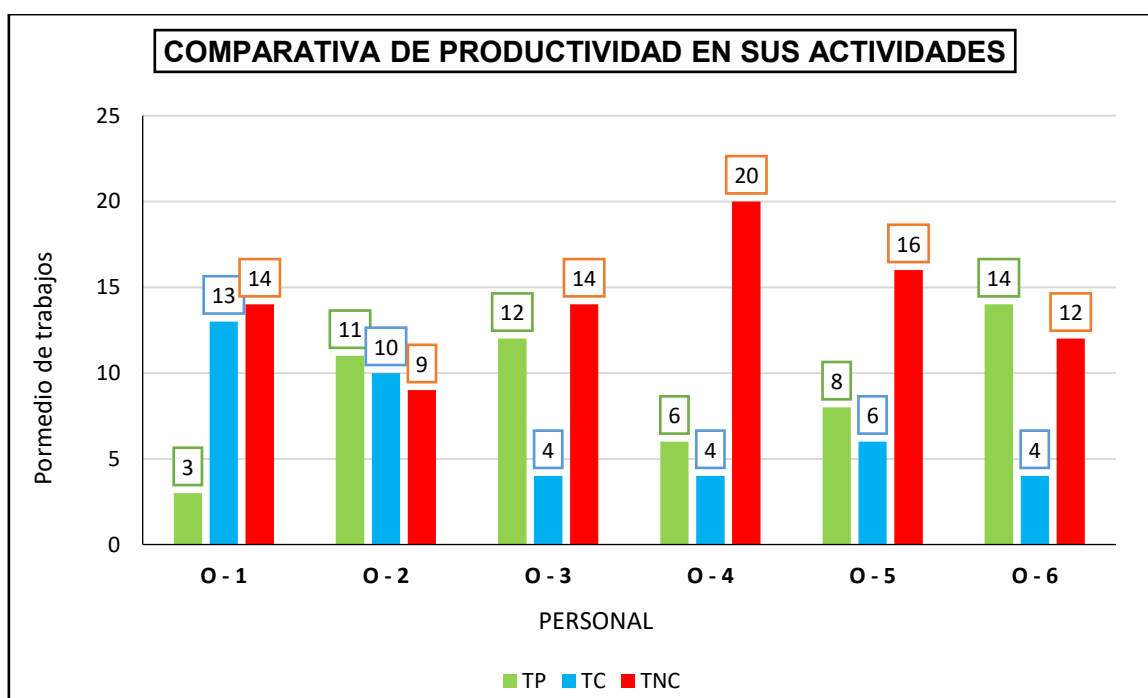
Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1).

TRABAJOS	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	3	11	12	6	8	14
TC	13	10	4	4	6	4
TNC	14	9	14	20	16	12

Los trabajos TNC tienen un rendimiento consistente a lo largo de los períodos, con un aumento notable en O-4, mientras que los trabajos TP y TC muestran variabilidad. Esta distribución permite analizar cómo se desarrollan las tareas en diferentes fases de la obra y su relación con el tiempo.

Figura 9

Actividades realizados en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1).



Los resultados muestran un incremento notable en el trabajo TNC durante el periodo O-4, alcanzando el valor más alto de la serie con 20 unidades de trabajo, mientras que los trabajos TP y TC tienen rendimientos más bajos y estables a lo largo de los períodos.

Tabla 13

Productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1).

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	30,00%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	22,78%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	47,22%

Se observa que el 30,00% de la productividad corresponde a trabajo productivo, mientras que el 22,78% es trabajo contributorio y el 47,22% corresponde a trabajo no contributorio. Estos datos destacan la importancia de reducir el trabajo no contributorio para mejorar la eficiencia en futuras etapas del proyecto.

Figura 10

Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 1).



Se observa que el trabajo no contributorio (TNC) tiene la mayor proporción del rendimiento, lo que indica que una parte significativa de los recursos se destina a actividades no directamente productivas. Esta información es crucial para evaluar la eficiencia.

4.1.1.2 OBRA 2

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN OBRA DE MEJORAMIENTO DE CALLE.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de calle, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 14

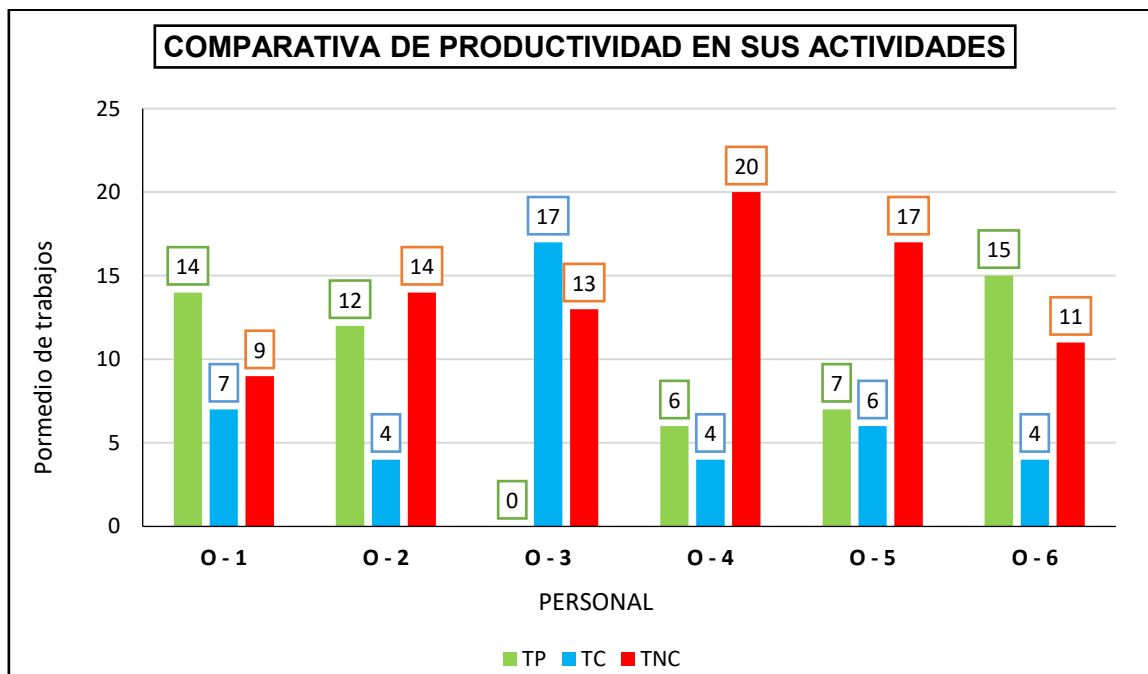
Trabajos en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).

TRABAJO	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	14	12	0	6	7	15
TC	7	4	17	4	6	4
TNC	9	14	13	20	17	11

Se observa que el trabajo TNC tiene un rendimiento alto y estable a lo largo de los primeros períodos, alcanzando su máximo en O-4 con 20 unidades de trabajo.

Figura 11

Actividades realizadas en obra de mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).



Este comportamiento resalta la necesidad de optimizar el trabajo no contributivo, que ocupa una proporción considerable del rendimiento total. La información es valiosa para ajustar la planificación y asignación de recursos, mejorando la eficiencia en la obra.

Tabla 15

Productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	30.00%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	23.33%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	46.67%

Se observa que el trabajo productivo representa el 30,00% de la productividad total, mientras que el trabajo no contributivo ocupa la mayor proporción con un 46,67%. Esta información resalta la necesidad de mejorar la eficiencia en las actividades no contributivas, optimizando así los recursos y el tiempo en futuras etapas del proyecto.

Figura 12

Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – sin carta balance (Obra 2).



Estos resultados destacan la necesidad de optimizar las actividades no contributivas para mejorar la eficiencia del proyecto y maximizar los recursos en futuras etapas de la obra.

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN OBRA DE MEJORAMIENTO DE VEREDA.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de vereda, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 16

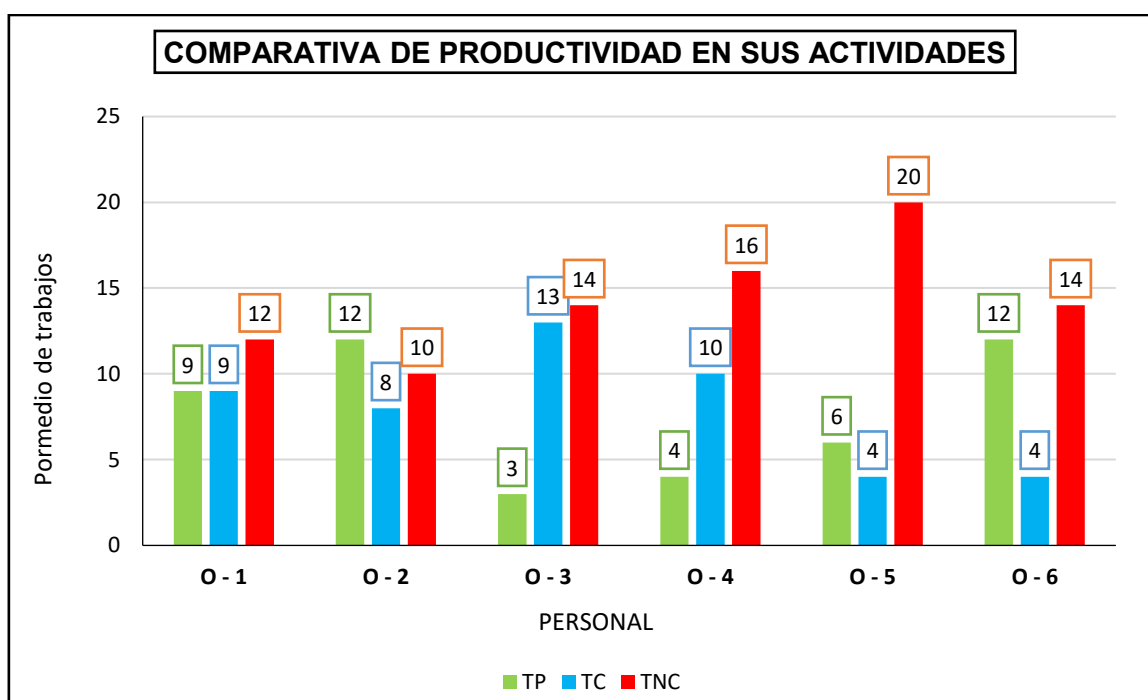
Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2).

TRABAJOS	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	9	12	3	4	6	12
TC	9	8	13	10	4	4
TNC	12	10	14	16	20	14

Se observa que el trabajo TNC tiene una mayor proporción de productividad en comparación con los trabajos TP y TC, destacándose especialmente en los períodos O-4, O-5 y O-6, con 20 unidades en O-5.

Figura 13

Actividades realizados en obra de mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2).



Esta información permite analizar la eficiencia de las actividades realizadas, identificando las áreas con mayor impacto en la productividad general de la obra y brindando una base para mejorar la asignación de recursos y tiempos en futuras fases del proyecto.

Tabla 17

Productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2).

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	25.56%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	26.67%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	47.78%

Se observa que el trabajo no contributivo representa la mayor proporción con un 47,78%, seguido por el trabajo contributivo con un 26,67%, y el trabajo productivo con un 25,56%.

Figura 14

Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – sin carta balance (Obra 2).



Esta distribución resalta la necesidad de optimizar las actividades no contributivas, mejorando la eficiencia y reduciendo los recursos empleados en trabajos no directamente productivos en futuras etapas del proyecto.

4.1.2 Efecto de la aplicación de carta balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de calles.

4.1.2.1 OBRA 1

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO CON CARTA BALANCE.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de calle, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 18

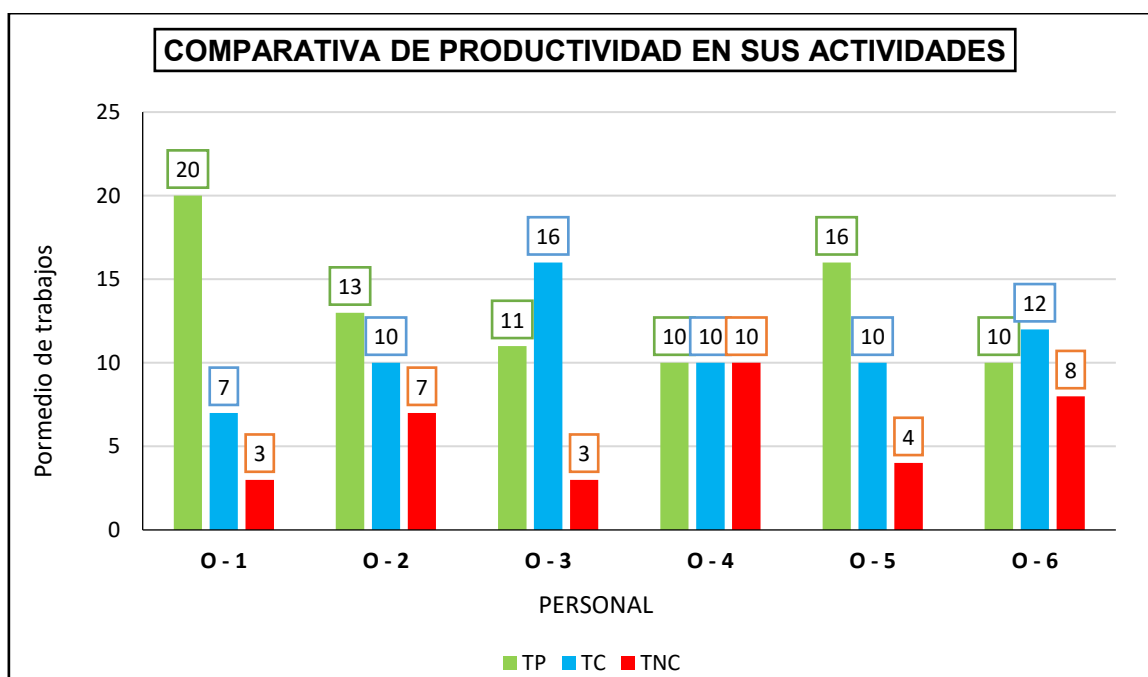
Trabajos en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.

TRABAJO	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	20	13	11	10	16	10
TC	7	10	16	10	10	12
TNC	3	7	3	10	4	8

Se observa que el trabajo productivo (TP) tiene un rendimiento consistente, mientras que el trabajo no contributivo (TNC) tiene fluctuaciones en su rendimiento, alcanzando su máximo en O-4.

Figura 15

Actividades realizadas en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.



Esta distribución ayuda a identificar los períodos más eficientes y a optimizar la asignación de recursos y esfuerzos en futuras fases del proyecto.

Tabla 19

Productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	44.44%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	36.11%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	19.44%

El trabajo productivo representa el 44.44% de la productividad total, mientras que el trabajo contributivo ocupa el 36.11% y el trabajo no contributivo solo el 19.44%. Estos datos indican que la mayoría de la productividad se concentra en tareas directamente relacionadas con el avance del proyecto, lo que sugiere una optimización en la asignación de recursos hacia el trabajo productivo.

Figura 16

Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.



Estos resultados destacan la eficiencia de las actividades productivas y subrayan la necesidad de reducir el trabajo no contributivo para mejorar el rendimiento global del proyecto.

4.1.2.2 OBRA 2

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO CON CARTA BALANCE.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de calle, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 20

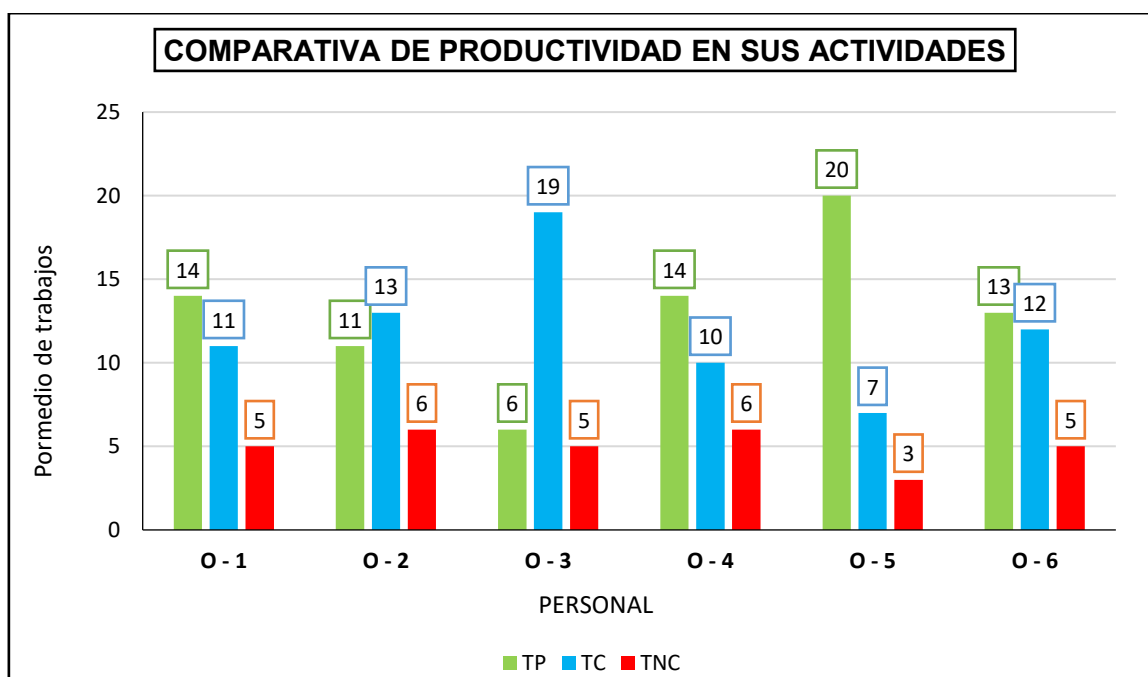
Trabajos en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.

TRABAJO	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	14	11	6	14	20	13
TC	11	13	19	10	7	12
TNC	5	6	5	6	3	5

Se observa que el trabajo productivo (TP) tiene un rendimiento constante, con una ligera disminución en O-3, mientras que el trabajo no contributivo (TNC) mantiene un rendimiento bajo durante la obra.

Figura 17

Actividades realizadas en obra de mejoramiento de calle – con carta balance.



Este análisis permite identificar las áreas más productivas y resaltar la eficiencia del trabajo realizado, sugiriendo optimizar el (TNC) para mejorar el rendimiento general del proyecto.

Tabla 21

Productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	43.33%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	40.00%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	16.67%

Se observa que el TP (43.33%) y el TC (40.00%) representan la mayor parte de la productividad total, mientras que el TNC ocupa una menor proporción con el 16.67%.

Figura 18

Promedio de productividad en obra mejoramiento de calle – con carta balance.



Estos datos reflejan una mayor eficiencia en las actividades productivas y contributivas, lo que subraya la efectividad del uso de carta balance en la optimización de recursos y el aumento de la productividad en el proyecto.

4.1.3 Efecto de la aplicación de carta balance en la productividad de la mano de obra en las obras de mejoramiento de veredas.

4.1.3.1 OBRA 1

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO CON CARTA BALANCE.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de vereda, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 22

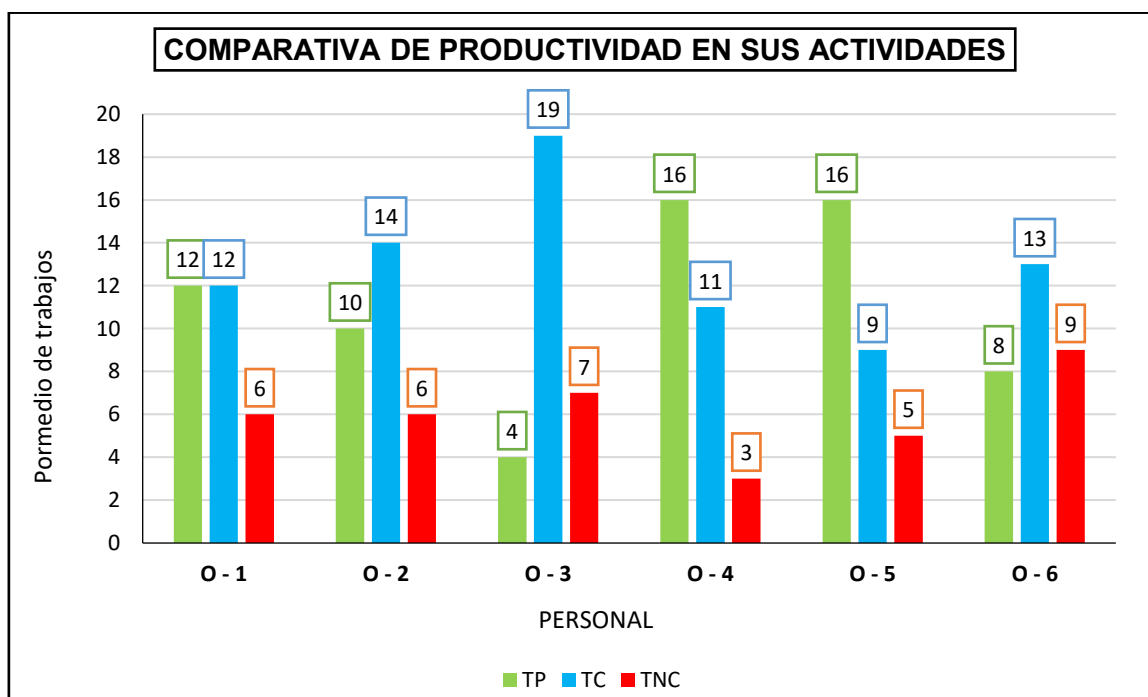
Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.

TRABAJO	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	12	10	4	16	16	8
TC	12	14	19	11	9	13
TNC	6	6	7	3	5	9

El trabajo productivo (TP) tiene una productividad constante, con un notable aumento en O-4 y O-5, alcanzando 16 unidades. El trabajo no contributivo (TNC) presenta fluctuaciones, siendo más bajo en los primeros períodos y aumentando en O-5 y O-6.

Figura 19

Actividades realizadas en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.



El (TNC) muestra una baja productividad en comparación, destacando la necesidad de optimizar estas actividades para mejorar la eficiencia en el proyecto.

Tabla 23

Productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	36.67%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	43.33%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	20.00%

Se observa que el trabajo contributivo representa el 43.33% de la productividad total, mientras que el trabajo productivo alcanza el 36.67% y el trabajo no contributivo solo el 20.00%. Estos resultados indican que la mayor parte del esfuerzo se dedica a actividades contributivas, lo que sugiere una eficiencia aceptable.

Figura 20

Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.



Estos datos destacan la eficiencia de las actividades contributivas y sugieren que la optimización del trabajo no contributivo podría mejorar aún más la productividad.

4.1.3.2 OBRA 2

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO CON CARTA BALANCE.

Se evaluó el tiempo de TP, TC y TNC en obras de mejoramiento de vereda, mediante observación directa y registros durante 30 min por obrero.

Tabla 24

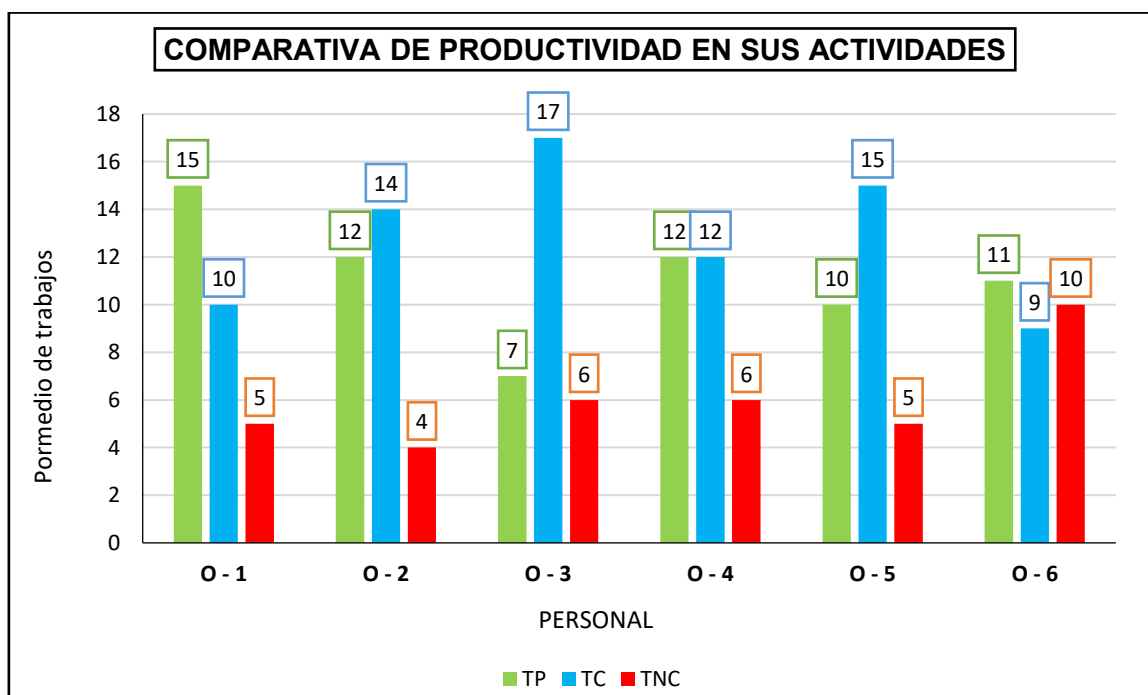
Trabajos en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.

TRABAJO	O - 1	O - 2	O - 3	O - 4	O - 5	O - 6
TP	15	12	7	12	10	11
TC	10	14	17	12	15	9
TNC	5	4	6	6	5	10

Se observa que el trabajo productivo (TP) mantiene un rendimiento constante, con 15 unidades en O-1 y 11 en O-6. El trabajo no contributivo (TNC) tiene un rendimiento más bajo en comparación, pero muestra un aumento en O-6, lo que sugiere que las actividades no contributivas pueden estar afectando la eficiencia.

Figura 21

Actividades realizadas en obra de mejoramiento de vereda – con carta balance.



Estos datos indican una distribución eficiente del trabajo productivo, sugiriendo que la optimización de las actividades no contributivas podría mejorar aún más la productividad.

Tabla 25

Productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.

DESCRIP.	PRODUCTIVIDAD
% TRABAJO PRODUCTIVO	37.22%
% TRABAJO CONTRIBUTORIO	42.78%
% TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	20.00%

El trabajo productivo representa el 37.22% de la productividad total, mientras que el trabajo contributivo ocupa el 42.78%, y el trabajo no contributivo el 20.00%. Estos resultados indican que la mayor parte de la productividad se concentra en actividades contributivas y productivas, lo que sugiere una distribución eficiente de los recursos.

Figura 22

Promedio de productividad en obra mejoramiento de vereda – con carta balance.



Estos datos resaltan una alta proporción de trabajo contributivo y productivo, mientras que el trabajo no contributivo tiene un impacto menor, lo que sugiere una gestión eficiente.

4.1.4 Variación en la productividad de la mano de obra antes y después de la implementación de carta balance.

Tabla 26

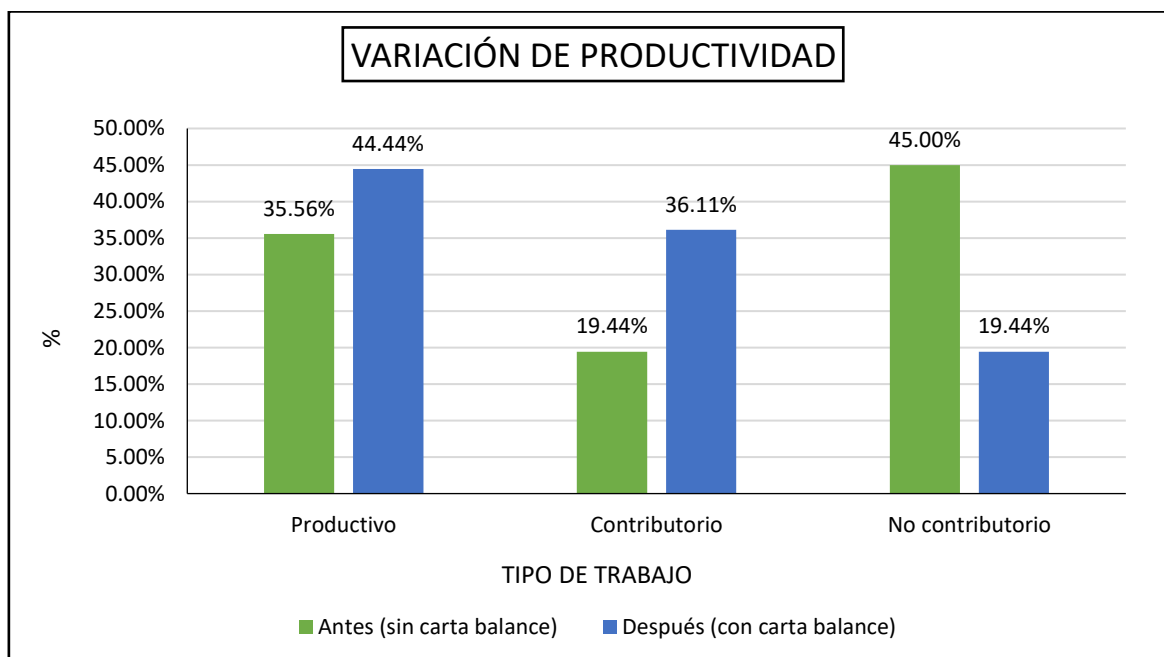
Variación de la productividad en Obra 1 - Mejoramiento de Calles.

Tipo de Trabajo	Antes (sin carta balance)	Después (con carta balance)
Productivo	35.56%	44.44%
Contributorio	19.44%	36.11%
No contributorio	45.00%	19.44%

Se observa un incremento en la productividad del trabajo productivo, que pasa del 35.56% al 44.44%, mientras que el trabajo contributorio también aumenta del 19.44% al 36.11%. Por otro lado, el trabajo no contributorio disminuye significativamente, pasando del 45.00% al 19.44%. Estos resultados reflejan una mejora en la eficiencia del proyecto gracias a la implementación de carta balance, optimizando el tiempo y los recursos dedicados a actividades productivas y contributivas.

Figura 23

Variación de productividad en Obra 1: Calles.



Esto refleja una mejora en la eficiencia general del proyecto tras la implementación de carta balance, optimizando la asignación de recursos y reduciendo el trabajo no contributivo.

Tabla 27

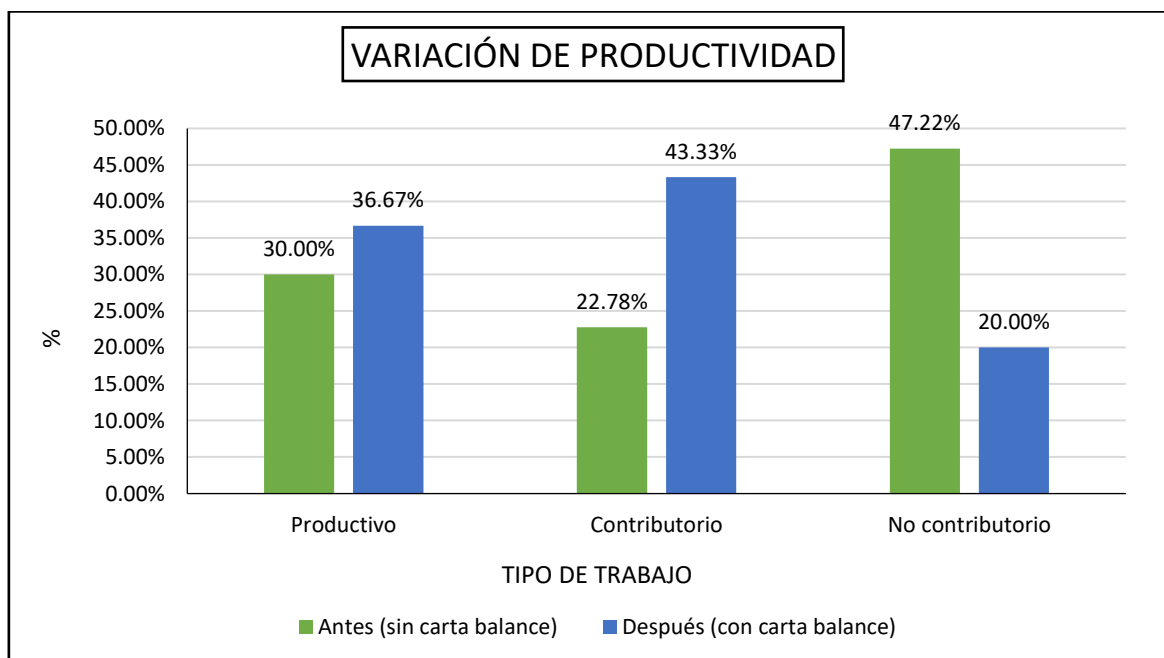
Variación de la productividad en Obra 1 - Mejoramiento de Veredas.

Tipo de Trabajo	Antes (sin carta balance)	Después (con carta balance)
Productivo	30.00%	36.67%
Contributorio	22.78%	43.33%
No contributorio	47.22%	20.00%

Se observa un aumento significativo en el trabajo productivo, que pasa del 30.00% al 36.67%, y en el trabajo contributorio, que sube del 22.78% al 43.33%. En contraste, el trabajo no contributorio disminuye notablemente del 47.22% al 20.00%. Estos resultados reflejan una mejora en la eficiencia global del proyecto gracias a la implementación de carta balance, optimizando el rendimiento y reduciendo las actividades no contributivas.

Figura 24

Variación de productividad en Obra 1: Veredas.



Estos resultados indican una mejora significativa en la eficiencia del proyecto, con un aumento en las actividades productivas y contributivas tras la implementación de carta balance.

Tabla 28

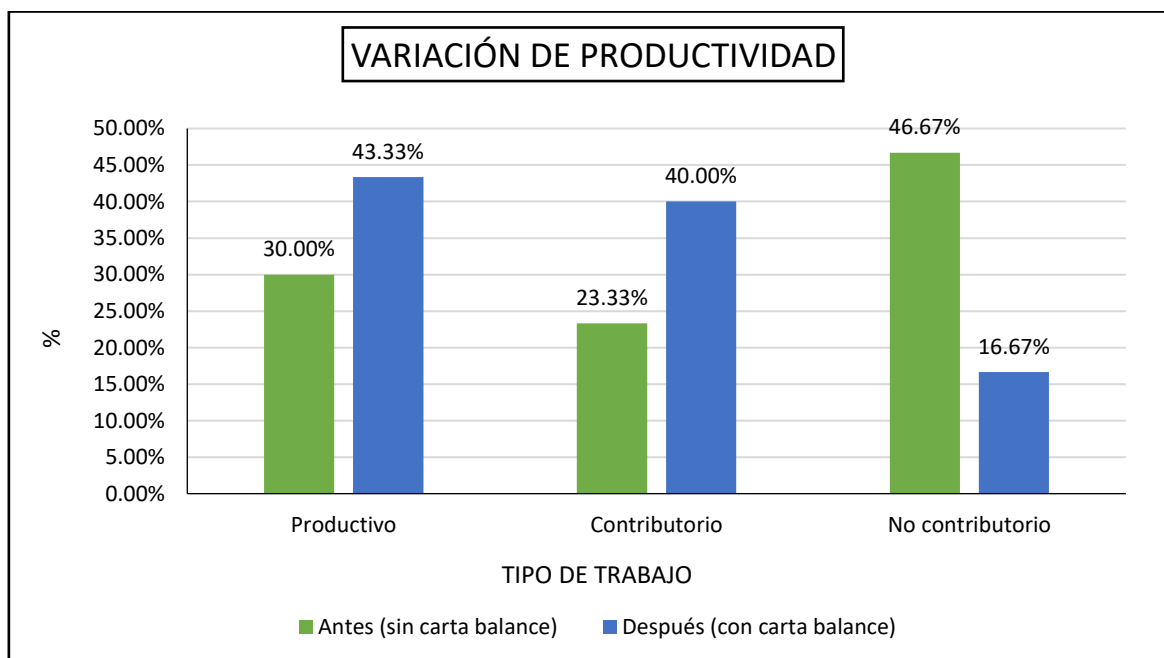
Variación de la productividad en Obra 2 - Mejoramiento de Calles.

Tipo de Trabajo	Antes (sin carta balance)	Después (con carta balance)
Productivo	30.00%	43.33%
Contributorio	23.33%	40.00%
No contributorio	46.67%	16.67%

El trabajo productivo aumentó del 30.00% al 43.33%, y el trabajo contributorio subió del 23.33% al 40.00%. Por otro lado, el trabajo no contributorio disminuyó significativamente, pasando del 46.67% al 16.67%. Estos resultados reflejan una mejora en la eficiencia del proyecto, con un aumento en las actividades productivas y contributivas tras la implementación de carta balance.

Figura 25

Variación de productividad en Obra 2: Calles.



Estos resultados reflejan una mejora general en la eficiencia del proyecto gracias a la implementación de carta balance, optimizando los recursos y reduciendo el trabajo no productivo.

Tabla 29

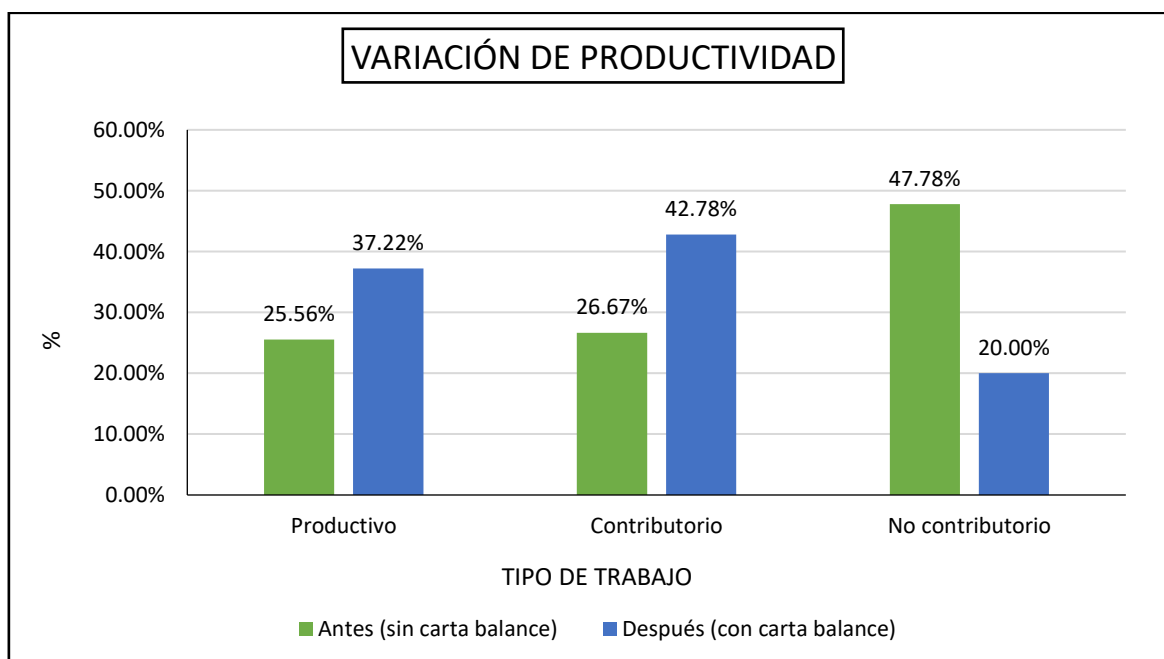
Variación de la productividad en Obra 2 - Mejoramiento de Veredas.

Tipo de Trabajo	Antes (sin carta balance)	Después (con carta balance)
Productivo	25.56%	37.22%
Contributorio	26.67%	42.78%
No contributorio	47.78%	20.00%

Se observa un aumento en la productividad del trabajo productivo, que pasa del 25.56% al 37.22%, y del trabajo contributorio, que sube del 26.67% al 42.78%. Por otro lado, el trabajo no contributorio disminuye significativamente, pasando del 47.78% al 20.00%. Estos resultados indican que la implementación de carta balance ha optimizado el rendimiento del proyecto.

Figura 26

Variación de productividad en Obra 2: Veredas.



Esto demuestra que la implementación de carta balance ha optimizado la eficiencia del proyecto, incrementando las actividades productivas y contributivas, y reduciendo las no productivas.

4.2 Discusión de resultados.

Los resultados obtenidos en las obras de mejoramiento de calles y veredas de la provincia de Azángaro evidencian que la aplicación de la carta balance genera un cambio estructural en la distribución del tiempo de trabajo de las cuadrillas, desplazando una proporción importante de actividades no contributivas hacia tareas productivas y contributivas. En las partidas de calles, el Trabajo Productivo (TP) se incrementa de rangos iniciales entre 30,00% y 35,56% a valores de 43,33% y 44,44%, mientras que el Trabajo No Contributivo (TNC) se reduce de niveles superiores al 45% hasta aproximadamente 16,67%–19,44%. En veredas, el TP aumenta de 25,56%–30,00% a 36,67%–37,22%, y el TNC desciende de cerca de 48% a 20,00%, configurando un escenario donde alrededor del 80% del tiempo total de la cuadrilla se destina a actividades que agregan valor directo o indirecto al proyecto. Esta redistribución confirma la hipótesis general de la investigación: la carta balance incide de manera significativa en la optimización de la productividad de la mano de obra en obras de mejoramiento de calles y veredas en Azángaro 2024.

Al contrastar estos hallazgos con el estudio de Chambi (2021), se observa una coincidencia clara en la dirección del efecto, pero con magnitudes distintas. Chambi reporta, en partidas de encofrado y vaciado de concreto en columnas de instituciones educativas, incrementos del TP de 14,6% y 6,0%, junto con reducciones del TNC de 12,1% y 10,0%, después de aplicar la carta balance en cuadrillas específicas. En el presente estudio, si bien las condiciones de trabajo son diferentes –partidas lineales de mejoramiento de calles y veredas, con frentes de trabajo extendidos y mayor interacción con el entorno urbano–, las variaciones alcanzadas resultan incluso más pronunciadas: en calles la disminución del TNC bordea los 26–28 puntos porcentuales y en veredas alrededor de 27 puntos, mientras que los incrementos de TP se sitúan entre 8,88 y 13,33 puntos según el tipo de partida. Esta comparación sugiere que la carta balance no solo es eficaz en actividades puntuales y repetitivas como las columnas, sino que puede lograr impactos aún más intensos en procesos viales donde los tiempos muertos por espera de

materiales, desplazamientos innecesarios y descoordinaciones entre operarios son más frecuentes y, por tanto, más susceptibles de ser identificados y corregidos mediante el registro minuto a minuto.

La investigación de Pinto et al. (2024) aporta otro punto de referencia relevante, al analizar la productividad en proyectos hospitalarios mediante la adopción de la filosofía Lean Construction, combinando herramientas de planificación como Last Planner, Look Ahead y el ciclo de Deming. En ese contexto, se obtuvieron valores promedio de 32,70% de TP, 30,53% de Tiempo Contributivo (TC) y 36,77% de Tiempo No Productivo (TNP) en partidas vinculadas a coberturas metálicas, concluyéndose que la aplicación integral de Lean Construction mejora los tiempos productivos de la mano de obra. Comparados con esos resultados, los porcentajes finales alcanzados en Azángaro tras la implementación de la carta balance son superiores tanto en calles como en veredas: el TP se sitúa entre 37% y 44%, el TC entre 36% y 43%, y el TNC desciende a rangos de 16%–20%. Esta diferencia sugiere que, aunque los sistemas de planificación de mediano plazo son importantes, el control fino de la jornada a través de cartas balance constituye un complemento decisivo para convertir los planes en productividad efectiva a nivel de cuadrilla, al hacer visibles y cuantificables las pérdidas cotidianas de tiempo que los cronogramas globales no logran capturar con precisión.

Asimismo, los resultados se articulan con las conclusiones de Chura y Esteves (2024), quienes muestran que la mejora del sistema constructivo –mediante el uso de elementos prefabricados y la integración de herramientas digitales como BIM y enfoques Lean– permite reducir significativamente la duración y el costo de un proyecto universitario, pasando de 125 a 103 días de ejecución y logrando una inversión 37,36% menor a lo presupuestado. Aunque la presente investigación no cuantifica directamente los ahorros económicos ni la reducción de plazos a nivel global, la marcada disminución del TNC y el incremento combinado de TP y TC permiten inferir que la carta balance genera condiciones favorables para acortar tiempos de obra y usar de manera más eficiente el presupuesto destinado a mano de obra. En otras palabras, mientras Chura y Esteves enfatizan el aporte

de nuevas tecnologías y sistemas prefabricados, este estudio demuestra que, aun manteniendo los métodos constructivos tradicionales de mejoramiento de calles y veredas, es posible obtener mejoras sustanciales en productividad simplemente gestionando de forma más rigurosa el tiempo de las cuadrillas mediante cartas balance.

Un elemento distintivo de la presente tesis es la diferenciación explícita entre obras de mejoramiento de calles y de veredas, lo que permite comprobar que la carta balance mantiene su efectividad en contextos operativos con particularidades propias. En las calles, las actividades productivas se relacionan con trazo, nivelación, compactación y colocación de asfalto u otras capas, mientras que en veredas involucran excavación para fundaciones, encofrado, vaciado de concreto y acabados superficiales. A pesar de estas diferencias, en ambos casos la redistribución de tiempos sigue el mismo patrón: incremento sostenido del TP, expansión del TC como soporte directo de las tareas principales (preparación de herramientas, transporte eficiente de materiales, supervisión de calidad y seguridad) y fuerte contracción del TNC vinculado a esperas por suministro, pausas no planificadas y desplazamientos sin valor. Esto amplía el campo de aplicación práctica de la carta balance, evidenciando que puede ser utilizada tanto en procesos verticales de edificación –como lo muestran los antecedentes– como en proyectos viales urbanos de pequeña y mediana escala gestionados por municipalidades provinciales.

Finalmente, la consistencia entre los resultados obtenidos y los antecedentes revisados refuerza la validez externa de la hipótesis planteada y posiciona a la carta balance como una herramienta clave dentro del enfoque Lean Construction adaptado a la realidad de Azángaro. Las coincidencias en la mejora del TP y la reducción del TNC, observadas en contextos tan diversos como instituciones educativas, proyectos hospitalarios y pabellones universitarios, y ahora confirmadas en obras de mejoramiento de calles y veredas, indican que la principal brecha en la productividad de la construcción peruana no solo radica en la tecnología constructiva utilizada, sino en la forma de planificar, observar y gestionar el trabajo de las cuadrillas.

CONCLUSIONES

General. la aplicación de la carta balance en las obras de mejoramiento en la provincia de Azángaro constituye una herramienta eficaz para optimizar la productividad de la mano de obra, permitiendo identificar y reducir las pérdidas de tiempo, asignar mejor los recursos y potenciar la eficiencia de los procesos constructivos.

Primera, el rendimiento promedio de la mano de obra en obras de mejoramiento de calles y veredas mostró que antes de aplicar carta balance, el trabajo productivo era solo el 30-35%, mientras que el trabajo no contributivo superaba el 45%.

Segunda, la implementación de la carta balance en calles aumentó el trabajo productivo a más del 43% y disminuyó el trabajo no contributivo a menos del 20%, optimizando significativamente el uso de la mano de obra.

Tercera, en veredas, la carta balance logró que el trabajo productivo subiera hasta 36-37% y el trabajo no contributivo cayera cerca del 20%, mostrando una mayor eficiencia y menor tiempo perdido.

Cuarta. se comprobó que, al comparar los resultados antes y después de implementar la carta balance, existe una mejora significativa en la eficiencia de la mano de obra. El trabajo productivo y contributivo se incrementa, mientras que el trabajo no productivo se reduce, lo que repercute directamente en la optimización de plazos, reducción de costos y mayor cumplimiento de objetivos técnicos en ejecución de obras civiles de calles y veredas.

RECOMENDACIONES

Primera. incluir capacitaciones constantes sobre el uso de carta balance para todo el personal y documentar detalladamente los procesos facilitará la replicabilidad y el escalado de los resultados a nuevos proyectos e investigaciones.

Segundo, se recomienda que futuras investigaciones amplíen el análisis del rendimiento promedio de la mano de obra en diferentes regiones y tipos de obras, considerando factores como la formación y experiencia del personal, variaciones climáticas y acceso a recursos.

Tercera, se aconseja investigar la aplicación de la carta balance en combinación con metodologías de mejora continua como Lean Construction y gestión colaborativa. Se sugiere realizar pruebas en diferentes fases constructivas y comparar los resultados con otros métodos de control de la productividad utilizados internacionalmente.

Cuarta, las futuras investigaciones deben explorar variantes de la carta balance adaptadas a trabajos de urbanización y paisajismo, y evaluar el impacto de la herramienta en trabajos con equipos multidisciplinarios o jornadas variables. Además, comparar la aplicación de carta balance con otras herramientas de control podría enriquecer los resultados y orientar mejores prácticas para distintos escenarios de obra.

Quinta. se recomienda que próximos estudios consideren períodos de medición más largos, incluyan diferentes tipos de obra y realicen análisis de costo-beneficio detallados. Evaluar la sostenibilidad de la mejora en la productividad a largo plazo y su impacto en la rentabilidad y satisfacción del cliente permitirá fortalecer la evidencia sobre la carta de equilibrio en la industria.

REFERENCIAS

- Álvarez, J., & García, P. (2021). Productividad y rendimiento en la construcción. Editorial Técnica.
- Calderón, J., & Valenzuela, M. (2023). Incorporación del modelo Lean Construction para innovar en la gestión de proyectos de construcción. *Perfiles de Ingeniería*, 7(2), 47–60.
- Calderon López, F. E., & Rojas Rojas, E. A. (2021). Mejoramiento de la productividad en el proceso constructivo del proyecto ampliación del servicio académico del CIDUNT, distrito de Trujillo, aplicando la carta balance. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7087>
- Campoverde, P. A. A., Samaniego, S. I. C., Campoverde, G. A. A., & Vera, F. L. C. (2024). ANÁLISIS DE CAUSAS Y POSIBLES SOLUCIONES CON LEAN CONSTRUCTION DE RUBROS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. *Revista Ciencia y Construcción*, 5(2), Article 2. <https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/238>
- Castañeda Segovia, G. (2022). Implementación de las cartas de balance para mejorar la productividad de mano de obra en edificaciones. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Federico Villarreal].
- Chacha Chacha, X. V. (2017). Desperdicios (pérdidas) en obras viales enfocado a la filosofía lean construction. [bachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2017]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4203>
- Chambi Pari, J. C. (2021). Optimización de la productividad mediante cartas de balance en partidas de encofrado y concreto armado en columnas, instituciones educativas—Puno, 2021. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59881>



- Chura Churacapia, E., & Esteves Diaz, M. A. N. (2024). Mejora del Sistema Constructivo para el Cumplimiento del Tiempo y Costo del Proyecto en el Pabellón E – Aulas Educativas de la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca, 2023. Repositorio Institucional - UTP. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/9446>
- Gómez, P., & Fernández, J. (2020). Gestión y optimización de proyectos de pavimentación. Editorial Gestión de Obras.
- Gómez, R., & Ramírez, M. (2020). Desarrollo de proyectos de infraestructura urbana. Editorial Urbanismo.
- Gómez, S., & Fernández, L. (2020). Optimización de recursos en proyectos urbanos e industriales. Editorial Proyectos Sostenibles.
- González, M., Ramírez, R., & Sánchez, A. (2021). Gestión de la productividad en proyectos de construcción. Editorial Construcción.
- Hernández, F., & Pérez, A. (2022). La Carta Balance en la construcción: Metodología y aplicación práctica. Editorial Ingenierías.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2020). Metodología de la investigación (6ta ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2019). Metodología de la investigación (5ta ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hinojosa, R. V., Chileno, N. G. C., Rosas, M. H., Campos, A. A., & Rocha, J. H. A. (2022). Implementación de conceptos y herramientas de la filosofía Lean Construction en las empresas constructoras de la Ciudad de Cochabamba – Bolivia. Avances Investigación en Ingeniería, 19(2 (Julio-Diciembre)), Article 2 (Julio-Diciembre). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.8631>
- Ibáñez Valenzuela, F. I. (2018). Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168246>



- León Baltazar, J. (2022). Índice de productividad de la mano de obra a través de Lean Construction en proyectos de edificación. [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco].
- León Baltazar, J. (2024). Índice de productividad de la mano de obra a través de Lean Construction en obras viales. [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco].
- Lozano, M., & Morillo, T. (2024). Methodology to improve labor productivity in construction. *Revista Ciencia y Construcción*, 5(1), 1–12.
- Mahamid, I. (2020). Major factors affecting labor productivity for construction projects in developing countries. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(2), 209–227.
- Marhani, M., et al. (2022). Systematic review of Lean Construction: An approach to sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 357, 131823.
- Martínez, A., & Castro, R. (2019). Mejoramiento de calles y veredas en proyectos urbanos. Editorial Construcción Urbana.
- Martínez, J., & Castro, F. (2021). Optimización de tiempos y recursos en proyectos de construcción. Editorial Proyectos.
- Martínez, P., & López, F. (2019). Optimización de recursos en proyectos de infraestructura vial. Editorial Gestión de Proyectos.
- Martínez, R., & López, C. (2019). Optimización de recursos en la construcción sostenible. Editorial Eco-Infraestructura.
- Municipalidad Provincial de Azángaro. (2023). Obra de pistas y veredas en la ciudad de Azángaro [Comunicado institucional].
- Paredes, R., & Ubaldo, L. (2024). Análisis y medición de la productividad de la mano de obra en obras viales mediante herramientas Lean. [Tesis de maestría, Universidad Peruana Los Andes].
- Pérez, J., & López, S. (2023). Impacto de la optimización de recursos en la construcción moderna. Editorial Infraestructura y Desarrollo.



- Pérez, L., & Hernández, J. (2021). Gestión de la mano de obra en proyectos de construcción. Editorial Construcción y Gestión.
- Pérez, M., & López, P. (2021). El impacto del mejoramiento de calles y veredas en el desarrollo urbano. Editorial Infraestructura Urbana.
- Pérez, R., & Ramírez, T. (2021). Gestión efectiva de la mano de obra en la construcción. Editorial Construcción y Trabajo.
- Pinto, R. R. C., Mancilla, P. P., Pinto, R. O. C., Vilca, W. R., & Mamani, W. M. H. (2024). Análisis de Productividad en Construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de Mano de Obra en Proyectos Hospitalarios Nivel I-Iv. Horizonte Académico, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.70208/3007.8245.v4.n2.43>
- Pizarro Mayhua, E. H. (2021). Optimización de la Mano de Obra Utilizando la Carta Balance en la “Carretera Vecinal—Chiribamba a Incachaca—Castrovirreyna – Huancavelica”. Repositorio Institucional - UPLA. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3083>
- Panta Yovera, F. I., & Pingo Fiestas, E. A. (2023). Evaluación de la productividad de la mano de obra aplicando la carta balance en una institución educativa del distrito de Bernal, 2023. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/127594>
- Ríos, A., Sánchez, P., & López, M. (2020). Evaluación de la productividad en obras viales. Editorial Infraestructura.
- Sánchez, J., & López, V. (2021). Estrategias para mejorar la productividad en proyectos de construcción. Editorial Proyectos.
- Sánchez, L., & Ramírez, D. (2020). Factores que afectan la productividad en obras viales. Editorial Ingeniería Civil.
- Sacks, R., & Bröchner, J. (2021). Lean construction theory and practice: An overview. Lean Construction Journal, 19(1), 1–15.



- Shapira, A., et al. (2024). Unveiling effectiveness of lean construction practices. *Civil Engineering Journal*, 10(3), 615–632.
- Soni, A., & Patel, P. (2020). Improving labour productivity in construction site through work sampling. *International Journal of Scientific Research and Development*, 6(4), 1–5.
- Tala, D. (2024). Aplicación de carta de balance con metodología Lean Construction en proyectos de saneamiento urbano. [Tesis de licenciatura, Universidad Continental].
- 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>
- Tipán Jarrín, Á. G. (2019). Incidencia de variables de caracterización de Cultura Organizacional en la filosofía Lean Construction para pequeñas y micro empresas constructoras en el Ecuador. [bachelorThesis, Quito, 2019].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20027>
- Tullume Uceda, F. A. (2019). 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>
- Yaguno, R. (2024). Aplicación de la filosofía Lean Construction y su relación con la productividad de la mano de obra en obras de edificación. [Tesis de licenciatura, Universidad Continental].
- Gómez, R., López, J., & Rodríguez, S. (2020). Impacto de la carta balance en la productividad de la mano de obra en obras de pavimentación urbana en Bogotá, Colombia. *Revista de Ingeniería Civil*, 42(3), 135-148.
- Martínez, P., & Pérez, L. (2018). Optimización de la productividad en proyectos de infraestructura mediante la carta balance: Caso de estudio en Puebla, México. *Journal of Construction Engineering and Management*, 44(2), 210-221.



- Pérez, J., Gómez, A., & Rodríguez, M. (2017). Aplicación de la carta balance en la optimización de la productividad de la mano de obra en proyectos viales en Lima, Perú. *Revista de Ingeniería Civil*, 35(2), 120-130.
- Salazar, R., & Vásquez, L. (2016). Evaluación de la carta balance en proyectos de infraestructura urbana: Caso en Arequipa, Perú. *Revista Peruana de Ingeniería*, 29(1), 102-115.
- Pérez, J., Gómez, A., & Rodríguez, M. (2020). Evaluación de la gestión técnica y productividad de la mano de obra en obras de pavimentación urbana en la ciudad de Puno. *Revista de Ingeniería Civil*, 35(2), 120-130.
<https://doi.org/10.1016/j.revciv.2020.04.002>



ANEXOS



OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

Fotografía N°.1. Llegada a la zona designada del estudio



Fotografía N°.2. Obra de mejoramiento de calle (Obra 1)



Fotografía N°.3. Partida de excavación Obra de mejoramiento de calle. (Obra 1)



Fotografía N°.4. Partida de excavación Obra de mejoramiento de calle. (OBRA 2)



Fotografía N°.5. Obra de mejoramiento de vereda. (OBRA 1)



Fotografía N°.6. Obra de mejoramiento de vereda. (OBRA 2)



Fotografía N°.7. Partida de encofrado Obra de mejoramiento de vereda. (OBRA 1)



Fotografía N°.8. Partida Nivelación final Obra de mejoramiento de vereda. (OBRA 2)



Fotografía N°.9. Señalización en las obras estudiadas.



Fotografía N°.10. Recolección de datos en la carta balance.





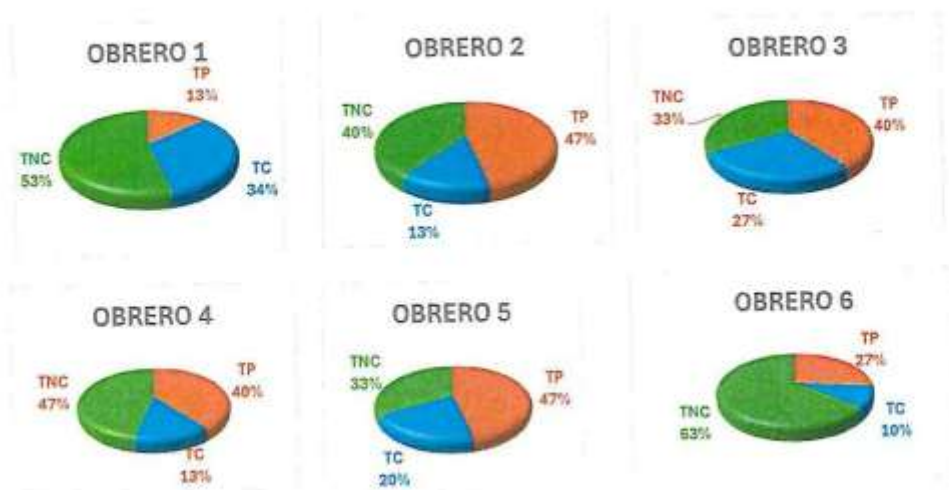
METODO CONVENCIONAL

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: : INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZUANGO 2024

SOLICITANTE : BACHILLER FRANZ LEE VILCA BELUZARIO

PARTIDA:	OBRA 1 - MEJORAMIENTO DE CALLES						HORA:	10:00 - 10:30 am																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">OBRERO</th> </tr> <tr> <th>Tiempo (min)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>24</td><td>3</td><td>13</td><td>1</td><td>22</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>21</td><td>21</td><td>3</td><td>5</td><td>5</td><td>21</td></tr> <tr><td>3</td><td>11</td><td>1</td><td>23</td><td>3</td><td>13</td><td>22</td></tr> <tr><td>4</td><td>15</td><td>21</td><td>21</td><td>21</td><td>1</td><td>21</td></tr> <tr><td>5</td><td>2</td><td>22</td><td>22</td><td>24</td><td>24</td><td>14</td></tr> <tr><td>6</td><td>14</td><td>21</td><td>12</td><td>13</td><td>22</td><td>1</td></tr> <tr><td>7</td><td>21</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td><td>21</td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td>22</td><td>1</td><td>3</td><td>23</td><td>1</td><td>24</td></tr> <tr><td>9</td><td>28</td><td>24</td><td>14</td><td>5</td><td>3</td><td>21</td></tr> <tr><td>10</td><td>21</td><td>4</td><td>22</td><td>24</td><td>14</td><td>22</td></tr> <tr><td>11</td><td>23</td><td>12</td><td>21</td><td>14</td><td>2</td><td>21</td></tr> <tr><td>12</td><td>1</td><td>21</td><td>24</td><td>21</td><td>12</td><td>13</td></tr> <tr><td>13</td><td>23</td><td>22</td><td>2</td><td>3</td><td>21</td><td>21</td></tr> <tr><td>14</td><td>14</td><td>1</td><td>1</td><td>22</td><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>15</td><td>28</td><td>12</td><td>23</td><td>5</td><td>24</td><td>1</td></tr> <tr><td>16</td><td>21</td><td>21</td><td>12</td><td>21</td><td>14</td><td>21</td></tr> <tr><td>17</td><td>14</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>3</td><td>22</td></tr> <tr><td>18</td><td>21</td><td>1</td><td>2</td><td>24</td><td>13</td><td>21</td></tr> <tr><td>19</td><td>15</td><td>13</td><td>3</td><td>1</td><td>5</td><td>21</td></tr> <tr><td>20</td><td>22</td><td>24</td><td>21</td><td>5</td><td>24</td><td>14</td></tr> <tr><td>21</td><td>12</td><td>1</td><td>14</td><td>13</td><td>22</td><td>1</td></tr> <tr><td>22</td><td>5</td><td>3</td><td>24</td><td>21</td><td>1</td><td>21</td></tr> <tr><td>23</td><td>21</td><td>22</td><td>1</td><td>24</td><td>5</td><td>22</td></tr> <tr><td>24</td><td>15</td><td>5</td><td>3</td><td>21</td><td>13</td><td>21</td></tr> <tr><td>25</td><td>22</td><td>24</td><td>14</td><td>14</td><td>24</td><td>5</td></tr> <tr><td>26</td><td>1</td><td>14</td><td>21</td><td>3</td><td>2</td><td>21</td></tr> <tr><td>27</td><td>23</td><td>1</td><td>2</td><td>22</td><td>1</td><td>24</td></tr> <tr><td>28</td><td>14</td><td>4</td><td>3</td><td>24</td><td>3</td><td>21</td></tr> <tr><td>29</td><td>12</td><td>22</td><td>15</td><td>2</td><td>22</td><td>1</td></tr> <tr><td>30</td><td>28</td><td>5</td><td>13</td><td>21</td><td>5</td><td>21</td></tr> </tbody> </table>										OBRERO							Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6	1	24	3	13	1	22	3	2	21	21	3	5	5	21	3	11	1	23	3	13	22	4	15	21	21	21	1	21	5	2	22	22	24	24	14	6	14	21	12	13	22	1	7	21	5	1	2	21	5	8	22	1	3	23	1	24	9	28	24	14	5	3	21	10	21	4	22	24	14	22	11	23	12	21	14	2	21	12	1	21	24	21	12	13	13	23	22	2	3	21	21	14	14	1	1	22	1	5	15	28	12	23	5	24	1	16	21	21	12	21	14	21	17	14	4	5	3	3	22	18	21	1	2	24	13	21	19	15	13	3	1	5	21	20	22	24	21	5	24	14	21	12	1	14	13	22	1	22	5	3	24	21	1	21	23	21	22	1	24	5	22	24	15	5	3	21	13	21	25	22	24	14	14	24	5	26	1	14	21	3	2	21	27	23	1	2	22	1	24	28	14	4	3	24	3	21	29	12	22	15	2	22	1	30	28	5	13	21	5	21
OBRERO																																																																																																																																																																																																																																									
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6																																																																																																																																																																																																																																			
1	24	3	13	1	22	3																																																																																																																																																																																																																																			
2	21	21	3	5	5	21																																																																																																																																																																																																																																			
3	11	1	23	3	13	22																																																																																																																																																																																																																																			
4	15	21	21	21	1	21																																																																																																																																																																																																																																			
5	2	22	22	24	24	14																																																																																																																																																																																																																																			
6	14	21	12	13	22	1																																																																																																																																																																																																																																			
7	21	5	1	2	21	5																																																																																																																																																																																																																																			
8	22	1	3	23	1	24																																																																																																																																																																																																																																			
9	28	24	14	5	3	21																																																																																																																																																																																																																																			
10	21	4	22	24	14	22																																																																																																																																																																																																																																			
11	23	12	21	14	2	21																																																																																																																																																																																																																																			
12	1	21	24	21	12	13																																																																																																																																																																																																																																			
13	23	22	2	3	21	21																																																																																																																																																																																																																																			
14	14	1	1	22	1	5																																																																																																																																																																																																																																			
15	28	12	23	5	24	1																																																																																																																																																																																																																																			
16	21	21	12	21	14	21																																																																																																																																																																																																																																			
17	14	4	5	3	3	22																																																																																																																																																																																																																																			
18	21	1	2	24	13	21																																																																																																																																																																																																																																			
19	15	13	3	1	5	21																																																																																																																																																																																																																																			
20	22	24	21	5	24	14																																																																																																																																																																																																																																			
21	12	1	14	13	22	1																																																																																																																																																																																																																																			
22	5	3	24	21	1	21																																																																																																																																																																																																																																			
23	21	22	1	24	5	22																																																																																																																																																																																																																																			
24	15	5	3	21	13	21																																																																																																																																																																																																																																			
25	22	24	14	14	24	5																																																																																																																																																																																																																																			
26	1	14	21	3	2	21																																																																																																																																																																																																																																			
27	23	1	2	22	1	24																																																																																																																																																																																																																																			
28	14	4	3	24	3	21																																																																																																																																																																																																																																			
29	12	22	15	2	22	1																																																																																																																																																																																																																																			
30	28	5	13	21	5	21																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TRABAJO PRODUCTIVO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Trazo de área de trabajo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Colocación de asfalto</td></tr> <tr><td>3</td><td>Compactación de subrasante</td></tr> <tr><td>4</td><td>Nivelación de vía</td></tr> <tr><td>5</td><td>Replanteo y marcado de ejes</td></tr> <tr><td>6</td><td>Acabado superficial</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>										TRABAJO PRODUCTIVO		1	Trazo de área de trabajo	2	Colocación de asfalto	3	Compactación de subrasante	4	Nivelación de vía	5	Replanteo y marcado de ejes	6	Acabado superficial																																																																																																																																																																																																																		
TRABAJO PRODUCTIVO																																																																																																																																																																																																																																									
1	Trazo de área de trabajo																																																																																																																																																																																																																																								
2	Colocación de asfalto																																																																																																																																																																																																																																								
3	Compactación de subrasante																																																																																																																																																																																																																																								
4	Nivelación de vía																																																																																																																																																																																																																																								
5	Replanteo y marcado de ejes																																																																																																																																																																																																																																								
6	Acabado superficial																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TRABAJO CONTRIBUTIVO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11</td><td>Transporte de materiales (arena, grava)</td></tr> <tr><td>12</td><td>Mezclado de materiales fuera del área</td></tr> <tr><td>13</td><td>Preparación de herramientas</td></tr> <tr><td>14</td><td>Limpieza y retiro de escombros</td></tr> <tr><td>15</td><td>Instalación y retiro de señalización</td></tr> <tr><td>16</td><td>Reposición de servicios afectados</td></tr> <tr><td>17</td><td>Supervisión de seguridad industrial</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>										TRABAJO CONTRIBUTIVO		11	Transporte de materiales (arena, grava)	12	Mezclado de materiales fuera del área	13	Preparación de herramientas	14	Limpieza y retiro de escombros	15	Instalación y retiro de señalización	16	Reposición de servicios afectados	17	Supervisión de seguridad industrial																																																																																																																																																																																																																
TRABAJO CONTRIBUTIVO																																																																																																																																																																																																																																									
11	Transporte de materiales (arena, grava)																																																																																																																																																																																																																																								
12	Mezclado de materiales fuera del área																																																																																																																																																																																																																																								
13	Preparación de herramientas																																																																																																																																																																																																																																								
14	Limpieza y retiro de escombros																																																																																																																																																																																																																																								
15	Instalación y retiro de señalización																																																																																																																																																																																																																																								
16	Reposición de servicios afectados																																																																																																																																																																																																																																								
17	Supervisión de seguridad industrial																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TRABAJO NO CONTRIBUTIVO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>21</td><td>Espera por materiales/equipos</td></tr> <tr><td>22</td><td>Pausas o descanso de cuadrilla</td></tr> <tr><td>23</td><td>Resolución de interferencias no</td></tr> <tr><td>24</td><td>Desplazamientos innecesarios en obra</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>										TRABAJO NO CONTRIBUTIVO		21	Espera por materiales/equipos	22	Pausas o descanso de cuadrilla	23	Resolución de interferencias no	24	Desplazamientos innecesarios en obra																																																																																																																																																																																																																						
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO																																																																																																																																																																																																																																									
21	Espera por materiales/equipos																																																																																																																																																																																																																																								
22	Pausas o descanso de cuadrilla																																																																																																																																																																																																																																								
23	Resolución de interferencias no																																																																																																																																																																																																																																								
24	Desplazamientos innecesarios en obra																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADOS:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>TP</td><td>4</td><td>14</td><td>12</td><td>12</td><td>14</td><td>8</td></tr> <tr><td>TC</td><td>10</td><td>4</td><td>8</td><td>4</td><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td>TNC</td><td>16</td><td>12</td><td>10</td><td>14</td><td>10</td><td>19</td></tr> </tbody> </table>										RESULTADOS:		TP	4	14	12	12	14	8	TC	10	4	8	4	6	3	TNC	16	12	10	14	10	19																																																																																																																																																																																																									
RESULTADOS:																																																																																																																																																																																																																																									
TP	4	14	12	12	14	8																																																																																																																																																																																																																																			
TC	10	4	8	4	6	3																																																																																																																																																																																																																																			
TNC	16	12	10	14	10	19																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CARGO</th> <th>CARGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PERSONAL - 1</td><td>OPERARIO</td></tr> <tr><td>PERSONAL - 2</td><td>OPERARIO</td></tr> <tr><td>PERSONAL - 3</td><td>OFICIAL</td></tr> <tr><td>PERSONAL - 4</td><td>OFICIAL</td></tr> <tr><td>PERSONAL - 5</td><td>PEÓN</td></tr> <tr><td>PERSONAL - 6</td><td>PEÓN</td></tr> </tbody> </table>										CARGO	CARGO	PERSONAL - 1	OPERARIO	PERSONAL - 2	OPERARIO	PERSONAL - 3	OFICIAL	PERSONAL - 4	OFICIAL	PERSONAL - 5	PEÓN	PERSONAL - 6	PEÓN																																																																																																																																																																																																																		
CARGO	CARGO																																																																																																																																																																																																																																								
PERSONAL - 1	OPERARIO																																																																																																																																																																																																																																								
PERSONAL - 2	OPERARIO																																																																																																																																																																																																																																								
PERSONAL - 3	OFICIAL																																																																																																																																																																																																																																								
PERSONAL - 4	OFICIAL																																																																																																																																																																																																																																								
PERSONAL - 5	PEÓN																																																																																																																																																																																																																																								
PERSONAL - 6	PEÓN																																																																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <tbody> <tr><td>%TP</td><td>35,56%</td></tr> <tr><td>%TC</td><td>19,44%</td></tr> <tr><td>%TNC</td><td>45,00%</td></tr> </tbody> </table>										%TP	35,56%	%TC	19,44%	%TNC	45,00%																																																																																																																																																																																																																										
%TP	35,56%																																																																																																																																																																																																																																								
%TC	19,44%																																																																																																																																																																																																																																								
%TNC	45,00%																																																																																																																																																																																																																																								



64

35

81

METODO CONVENCIONAL

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZÚCAR 2024

SOLICITANTE : BACHILLER FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARTIDA: OBRA 1 - MEJORAMIENTO DE VEDERAS

HORA: 11:00 - 11:30 am

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

RESULTADOS:

TP	3	11	12	6	8	14
TC	13	10	4	4	6	4
TNC	14	9	14	20	16	12

CARGO	CARGO
PERSONAL - 1	OPERARIO
PERSONAL - 2	OPERARIO
PERSONAL - 3	OFICIAL
PERSONAL - 4	OFICIAL
PERSONAL - 5	PEÓN
PERSONAL - 6	PEÓN

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Excavar para fundaciones de vereda
2	Colocación de mezcla para base
3	Instalación de concreto premezclado
4	Encofrado y desencofrado
5	Colocación de ocre
6	Nivelación final
7	Junta y sellado

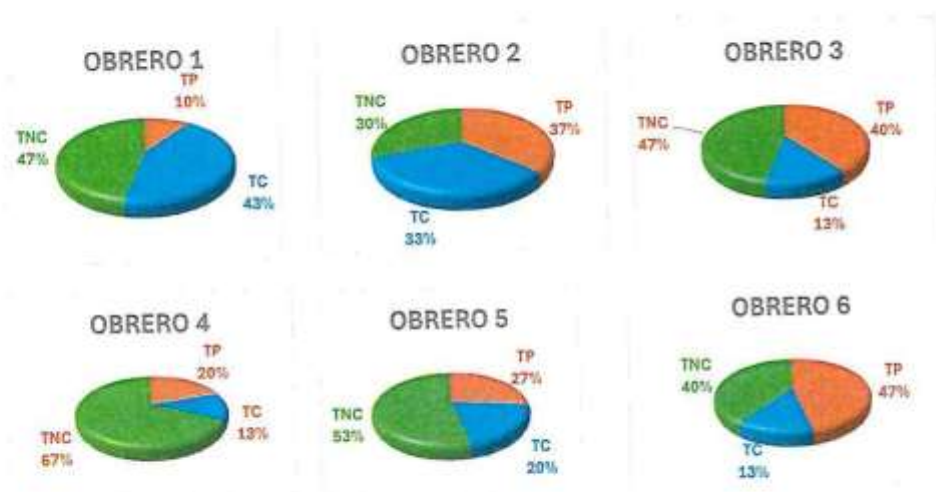
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
11	Transporte interno de mezcla o materiales
12	Ajuste preliminar de ocre
13	Preparación y limpieza de superficie previa
14	Movilización de herramientas
15	Supervisión de calidad
16	Instalación de protección temporal
17	Revisión de planos y especificaciones
18	Supervisión ambiental y de gestión de

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Esperas por suministro de mezcla
22	Tiempos muertos por falta de autorización
23	Descansos de cuadrilla fuera de jornada
24	Problemas logísticos o de comunicación

%TP 30,00%

%TC 22,78%

%TNC 47,22%



54

41

85



METODO CONVENCIONAL

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZUANGO 2024

SOLICITANTE: BACHILLER FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARTIDA:	OBRA 2 - MEJORAMIENTO DE CALLES						HORA:	10:00 - 10:30 am
----------	---------------------------------	--	--	--	--	--	-------	------------------

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

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Trazo de área de trabajo
2	Colocación de asfalto
3	Compactación de subrasante
4	Nivelación de vía
5	Replanteo y marcado de ejes
6	Acabado superficial

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Transporte de materiales (arena, grava)
12	Mezclado de materiales fuera del área
13	Preparación de herramientas
14	Limpieza y retiro de escombros
15	Instalación y retiro de señalización
16	Reposición de servicios afectados
17	Supervisión de seguridad industrial

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Espera por materiales/equipos
22	Pausas o descanso de cuadrilla
23	Resolución de interferencias no
24	Desplazamientos innecesarios en obra

RESULTADOS:						
TP	14	12	0	6	7	15
TC	7	4	17	4	6	4
TNC	9	14	13	20	17	11

CARGO	CARGO
PERSONAL - 1	OPERARIO
PERSONAL - 2	OPERARIO
PERSONAL - 3	OFICIAL
PERSONAL - 4	OFICIAL
PERSONAL - 5	PEÓN
PERSONAL - 6	PEÓN

%TP	30,00%
%TC	23,33%
%TNC	46,67%



54

42

84



METODO CONVENCIONAL

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: : INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZUANGO 2024

SOLICITANTE : BACHELLER FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARTIDA:	OBRA 2 - MEJORAMIENTO DE VEDERAS						HORA:	11:00 - 11:30 am	
----------	----------------------------------	--	--	--	--	--	-------	------------------	--

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

RESULTADOS:						
TP	9	12	3	4	6	12
TC	9	8	13	10	4	4
TNC	12	10	14	16	20	14

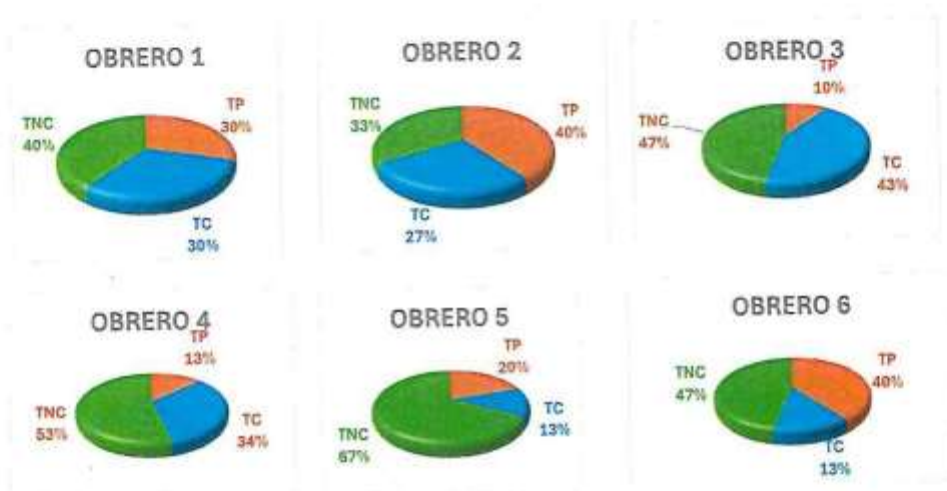
CARGO	CARGO
PERSONAL - 1	OPERARIO
PERSONAL - 2	OPERARIO
PERSONAL - 3	OFICIAL
PERSONAL - 4	OFICIAL
PERSONAL - 5	PEÓN
PERSONAL - 6	PEÓN

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Excavar para fundaciones de vereda
2	Colocación de mezcla para base
3	Instalación de concreto premezclado
4	Encofrado y desencofrado
5	Colocación de ocre
6	Nivelación final
7	Junta y sellado

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Transporte interno de mezcla o materiales
12	Ajuste preliminar de ocre
13	Preparación y limpieza de superficie previa
14	Movilización de herramientas
15	Supervisión de calidad
16	Instalación de protección temporal
17	Revisión de planos y especificaciones
18	Supervisión ambiental y de gestión de

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Esperas por suministro de mezcla
22	Tiempos muertos por falta de autorización
23	Descansos de cuadrilla fuera de jornada
24	Problemas logísticos o de comunicación

%TP	25,56%
%TC	26,67%
%TNC	47,78%



46
48
86



CARTA BALANCE

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: : INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZUANGO 2024

SOLICITANTE : BACHILLER FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARTIDA:	OBRA 1 - MEJORAMIENTO DE CALLES						HORA:	10:00 - 10:30 am	
OBRERO									
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6			
1	1	3	11	22	5	2			
2	12	1	6	21	13	4			
3	5	14	2	24	16	11			
4	2	6	21	13	3	22			
5	17	11	1	14	6	23			
6	3	5	12	21	1	16			
7	22	2	14	4	13	21			
8	1	13	6	15	2	17			
9	4	21	11	3	5	6			
10	21	12	13	22	1	2			
11	16	24	17	5	11	21			
12	3	6	2	14	4	13			
13	5	1	6	21	15	16			
14	2	11	12	23	1	21			
15	17	13	4	5	6	2			
16	1	24	21	15	13	16			
17	12	3	14	4	21	11			
18	5	6	2	1	23	14			
19	4	21	6	22	3	12			
20	21	11	15	13	16	1			
21	1	24	17	6	4	5			
22	3	13	21	2	12	14			
23	5	6	11	21	1	23			
24	2	1	12	15	16	4			
25	17	11	14	3	21	13			
26	1	24	6	5	2	15			
27	12	3	17	21	6	21			
28	5	6	11	16	4	22			
29	4	21	2	12	13	1			
30	1	13	14	15	21	6			
RESULTADOS:									
TP	20	13	11	10	16	10			
TC	7	10	16	10	10	12			
TNC	3	7	3	10	4	8			
CARGO									
PERSONAL - 1	OPERARIO								
PERSONAL - 2	OPERARIO								
PERSONAL - 3	OFICIAL								
PERSONAL - 4	OFICIAL								
PERSONAL - 5	PEÓN								
PERSONAL - 6	PEÓN								
TRABAJO PRODUCTIVO									
1	Trazo de área de trabajo								
2	Colocación de asfalto								
3	Compactación de subrasante								
4	Nivelación de vía								
5	Replanteo y marcado de ejes								
6	Acabado superficial								
TRABAJO CONTRIBUTIVO									
11	Transporte de materiales (arena, grava)								
12	Mezclado de materiales fuera del área								
13	Preparación de herramientas								
14	Limpieza y retiro de escombros								
15	Instalación y retiro de señalización								
16	Reposición de servicios afectados								
17	Supervisión de seguridad industrial								
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO									
21	Espera por materiales/equipos								
22	Pausas o descanso de cuadrilla								
23	Resolución de interferencias no								
24	Desplazamientos innecesarios en obra								
%TP 44,44%									
%TC 36,11%									
%TNC 19,44%									



80
65
35



CARTA BALANCE

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZUANGO 2024

SOLICITANTE: BACHILLER FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARTIDA:	OBRA 1 - MEJORAMIENTO DE VEDERAS						HORA:	11:00 - 11:30 am	
----------	----------------------------------	--	--	--	--	--	-------	------------------	--

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

RESULTADOS:						
TP	12	10	4	16	16	8
TC	12	14	19	11	9	13
TNC	6	6	7	3	5	9

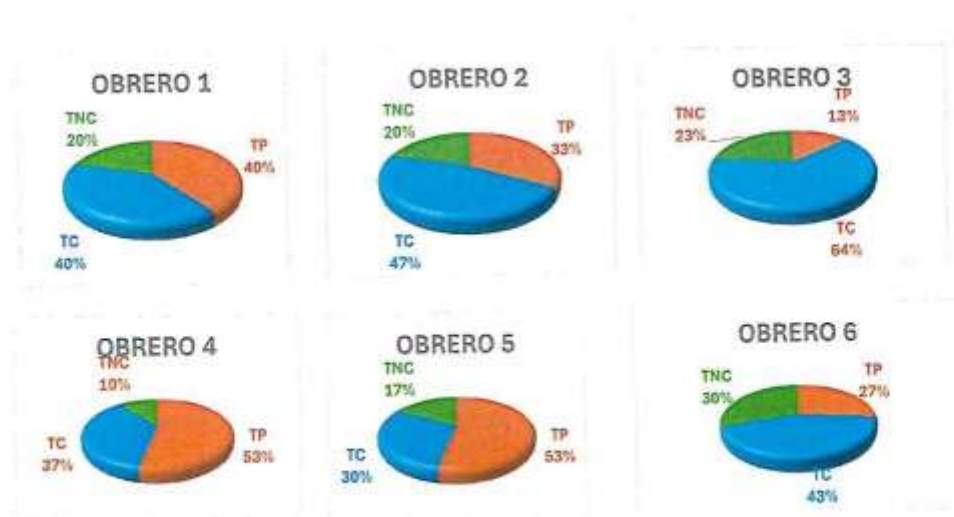
CARGO	CARGO
PERSONAL - 1	OPERARIO
PERSONAL - 2	OPERARIO
PERSONAL - 3	OFICIAL
PERSONAL - 4	OFICIAL
PERSONAL - 5	PEÓN
PERSONAL - 6	PEÓN

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Excavar para fundaciones de vereda
2	Colocación de mezcla para base
3	Instalación de concreto premezclado
4	Encofrado y desencofrado
5	Colocación de ocre
6	Nivelación final
7	Junta y sellado

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Transporte interno de mezcla o materiales
12	Ajuste preliminar de ocre
13	Preparación y limpieza de superficie previa
14	Movilización de herramientas
15	Supervisión de calidad
16	Instalación de protección temporal
17	Revisión de planos y especificaciones
18	Supervisión ambiental y de gestión de

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Esperas por suministro de mezcla
22	Tiempos muertos por falta de autorización
23	Descansos de cuadrilla fuera de jornada
24	Problemas logísticos o de comunicación

%TP	36,67%
%TC	43,33%
%TNC	20,00%



66

78

36



CARTA BALANCE

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZUANGO 2024

SOLICITANTE: BACHILLER FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARTIDA: OBRA 2 - MEJORAMIENTO DE CALLES

HORA: 10:00 - 10:30 am

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

RESULTADOS:						
TP	14	11	6	14	20	13
TC	11	13	19	10	7	12
TNC	5	6	5	6	3	5

CARGO	CARGO
PERSONAL - 1	OPERARIO
PERSONAL - 2	OPERARIO
PERSONAL - 3	OFICIAL
PERSONAL - 4	OFICIAL
PERSONAL - 5	PEÓN
PERSONAL - 6	PEÓN

TRABAJO PRODUCTIVO	
1	Trazo de área de trabajo
2	Colocación de asfalto
3	Compactación de subrasante
4	Nivelación de vía
5	Replanteo y marcado de ejes
6	Acabado superficial

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
11	Transporte de materiales (arena, grava)
12	Mezclado de materiales fuera del área
13	Preparación de herramientas
14	Limpieza y retiro de escombros
15	Instalación y retiro de señalización
16	Reposición de servicios afectados
17	Supervisión de seguridad industrial

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
21	Espera por materiales/equipos
22	Pausas o descanso de cuadrilla
23	Resolución de interferencias no
24	Desplazamientos innecesarios en obra

%TP	43,33%
%TC	40,00%
%TNC	16,67%



78

72

30



CARTA BALANCE

MEDICIÓN DEL NIVEL DE ACTIVIDAD

PROYECTO: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZÁNGARO 2024

SOLICITANTE: BACHILLER FRANZ LEE VILCA BELIZARIO

PARTIDA:	OBRA 2 - MEJORAMIENTO DE VEDERAS	HORA:	11:00 - 11:30 am			
OBRERO						
Tiempo (min)	1	2	3	4	5	6
1	13	2	12	17	1	22
2	6	16	5	21	12	3
3	24	1	15	11	4	21
4	11	3	21	2	14	16
5	5	21	13	6	2	1
6	17	12	11	14	3	24
7	4	6	16	15	1	12
8	16	13	21	5	23	14
9	1	24	12	2	11	6
10	3	11	15	4	21	13
11	21	5	6	14	16	23
12	2	17	1	24	12	21
13	6	4	13	16	15	11
14	23	16	21	3	14	2
15	12	1	12	17	21	5
16	5	13	11	6	4	24
17	14	21	2	1	16	12
18	24	15	13	21	17	3
19	11	6	12	16	2	1
20	1	12	5	23	14	21
21	3	17	15	2	24	11
22	21	4	6	12	13	14
23	17	1	21	16	16	5
24	5	13	24	3	1	21
25	2	11	12	15	12	6
26	16	5	14	21	4	23
27	1	24	11	2	21	12
28	14	12	3	17	13	1
29	6	13	16	21	17	24
30	3	1	21	6	5	2
RESULTADOS:						
TP	15	12	7	12	10	11
TC	10	14	17	12	15	9
TNC	5	4	6	6	5	10
CARGO						
PERSONAL - 1	OPERARIO					
PERSONAL - 2	OPERARIO					
PERSONAL - 3	OFICIAL					
PERSONAL - 4	OFICIAL					
PERSONAL - 5	PEÓN					
PERSONAL - 6	PEÓN					
TRABAJO PRODUCTIVO						
1	Excavar para fundaciones de vereda					
2	Colocación de mezcla para base					
3	Instalación de concreto premezclado					
4	Encofrado y desencofrado					
5	Colocación de ocre					
6	Nivelación final					
7	Junta y sellado					
TRABAJO CONTRIBUTIVO						
11	Transporte interno de mezcla o materiales					
12	Ajuste preliminar de ocre					
13	Preparación y limpieza de superficie previa					
14	Movilización de herramientas					
15	Supervisión de calidad					
16	Instalación de protección temporal					
17	Revisión de planos y especificaciones					
18	Supervisión ambiental y de gestión de					
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO						
21	Esperas por suministro de mezcla					
22	Tiempos muertos por falta de autorización					
23	Descansos de cuadrilla fuera de jornada					
24	Problemas logísticos o de comunicación					
%TP 37,22%						
%TC 42,78%						
%TNC 20,00%						



67

77

36



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: FRANZ LEE VILCA BELIZARIO
Dirección: JR. HUALLAGA MZ.B2 LT.4 URB. TAPARACHI
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45346909
Teléfono: 974 085 792 email: vilca.belizario.franz@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: INGENIERO CIVIL
Asesor: M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

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

Título: INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE CARTA BALANCE EN LA OPTIMIZACIÓN DE
LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA EN OBRAS DE MEJORAMIENTO
DE CALLES Y VEREDAS EN LA PROVINCIA DE AZANGARO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CARTA BALANCE, PRODUCTIVIDAD LABORAL, GESTIÓN DEL TIEMPO,
OBRAS PUBLICAS, OPTIMIZACIÓN.

¿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

30-12-2025

Fecha