

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA
CONSTRUCCIÓN



PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD EN EL CONCRETO ARMADO DE UNA
OBRA DE EDIFICACIÓN EN LA PROVINCIA DE ILO - 2025

TESIS

Presentada por:

Bach. Rudy Quispe Cervantes

ORCID: 0000-0002-7039-6245

Asesor:

Mtro. Alfonso Oswaldo Flores Mello

ORCID: 0000-0003-4539-7921

Para Obtener el Grado Académico de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA
CONSTRUCCIÓN

TACNA – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA
CONSTRUCCIÓN

Tesis

“PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD EN EL CONCRETO ARMADO DE UNA
OBRA DE EDIFICACIÓN EN LA PROVINCIA DE ILO - 2025”

Presentada por:

Bach. RUDY QUISPE CERVANTES

Tesis sustentada y aprobada el 21 de mayo de 2026; ante el siguiente jurado
examinador:

PRESIDENTE: Mag. Rolando Gonzalo SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

SECRETARIO: Dr. Genner Alvarito VILLARREAL CASTRO

VOCAL: Dr. Diomedes Marcos Martin OYOLA ZAPATA

ASESOR: Mtro. Alfonso Oswaldo FLORES MELLO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Rudy QUISPE CERVANTES**, en calidad de: estudiante de la Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción de la Escuela de Postgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI N° **47363993**

Soy autor (a) de la tesis titulada:

PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD EN EL CONCRETO ARMADO DE UNA OBRA DE EDIFICACIÓN EN LA PROVINCIA DE ILO - 2025, con asesor(a):

Mtro. Alfonso Oswaldo Flores Mello

DECLARO BAJO JURAMENTO

Ser el único autor del texto entregado para obtener el grado académico de **Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción**, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para obtención de un grado académico en ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber trasgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

Declaro, que después de la revisión de la tesis con el software Turnitin se declara **07%** de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

Por último, declaro que para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándose que la información presentada es real y soy conocedor (a) de las sanciones penales en caso de infringir las leyes del plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier dato que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera

encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: Tacna, 21 de mayo de 2026

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Rudy Quispe Cervantes', written in a cursive style.

Nombres y apellidos : Rudy QUISPE CERVANTES

DNI : 47363993

DEDICATORIA

A Dios, por ser el guía constante en cada paso de mi vida, por brindarme la fortaleza necesaria de superar los desafíos de este camino académico y por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

A mi familia, por ser el cimiento inquebrantable sobre el cual he construido mis sueños. Gracias por su apoyo incondicional, por su paciencia durante las largas horas de estudio y por creer en mi capacidad incluso en los momentos de mayor incertidumbre. Este logro es, en esencia, un testimonio de su amor y unidad.

A mi esposa y mis hijos, quienes son mi mayor fuente de inspiración y el motor que impulsa mi superación diaria. Que este trabajo sea para ustedes un ejemplo de perseverancia y disciplina, recordándoles que con esfuerzo y dedicación no existe metas inalcanzables. Todo mi sacrificio tiene como único fin un futuro mejor y el orgullo de un padre que nunca dejo de aprender.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme bendecido con salud y sabiduría durante este proceso de formación, permitiéndome culminar con éxito un peldaño más en mi carrera profesional y personal.

A la Universidad Privada de Tacna, por abrirme sus puertas y brindarme el entorno académico necesario para el desarrollo de mis capacidades.

A mi asesor de tesis, por su guía invaluable, su paciencia y sus orientaciones críticas que permitieron dar rigor científico a esta investigación. Sus conocimientos fueron fundamentales para transformar las mediciones de campo en un aporte real, para una mejora continua.

A los docentes de la Escuela de Postgrado, por compartir sus experiencias y conocimientos con una vocación de enseñanza admirable. Cada sesión impartida ha contribuido a forjar mi visión estratégica, el desarrollo del diagnóstico, optimización de procesos y validación del diseño de investigación.

A los profesionales y técnico de la obra, quienes me brindaron las facilidades y el apoyo logístico para realizar las mediciones. Gracias por su disposición al cambio y por permitir que esta investigación se nutriera de la realidad operativa en el frente de trabajo, este logro también es parte de su esfuerzo diario en la construcción de nuestra región.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I: EL PROBLEMA.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1. Problema Principal	17
1.2.2. Problemas Secundarios	17
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.4. OBJETIVOS	19
1.4.1. Objetivo general	19
1.4.2. Objetivos específicos.....	19
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL	20
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	20
2.2. NORMATIVA VIGENTE.....	22
2.2.1. Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA Reglamento Nacional de edificaciones (RNE).....	22
2.2.2. Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA Norma E.060: Concreto Armado (Última modificación)	22
2.2.3. Decreto Supremo N° 006-2015-TR Norma G.050: Seguridad Durante la Construcción (Última modificación)	23
2.2.4. Ley N° 30224 NTP 339.036 HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco (Actualizada por INACAL).....	23
2.2.5. Ley N° 30224 NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario, rendimiento y contenido de aire) del hormigón (Basada en ASTM C138).	23
2.2.6. Ley N° 30224 NTP 339.246 CONCRETO. Ejecución de estructuras de concreto (Actualizada por INACAL).....	23
2.2.7. Decreto Legislativo N° 728 Ley de Productividad y Competitividad Laboral (LPCL), aprobada por D.S. N° 003-97-TR.....	23
2.2.8. Rendimientos Tabla de Rendimientos Mínimos de Mano de Obra (Referencia histórica: RM N° 175 del 09.04.68, con uso recurrente en bases de datos como S-10).....	24
2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS	24
CAPITULO III: METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO	26
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA	26
3.1.1. Tipo de Investigación	26

3.1.2.	Nivel de Investigación.....	26
3.1.3.	Justificación del enfoque aplicado	26
3.2.	DISEÑO DEL PROYECTO	26
3.2.1.	Etapas del proyecto (levantamiento de datos, modelo y simulaciones).....	26
3.3.	EVALUACIÓN TÉCNICA Y FACTIBILIDAD	31
3.3.1.	Análisis geotécnico (de ser necesario)	31
3.3.2.	Modelado Estructural	32
3.3.3.	Simulación de impacto ambiental	32
3.4.	EVALUACIÓN TÉCNICA Y FACTIBILIDAD	33
3.4.1.	Cronograma de actividades	33
3.4.2.	Asignación de recursos y costos estimados.....	33
3.4.3.	Costos y financiamiento	34
3.4.4.	Financiamiento	35
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		36
4.1.	DESARROLLO DEL PROYECTO Y VALIDACIÓN DEL DISEÑO.....	36
4.1.1.	Desarrollo del Proyecto	36
4.1.1.1.	Análisis del Nivel General de Actividad (NGA).....	36
4.1.1.2.	Análisis de Datos de Campo.....	37
4.1.1.3.	Análisis de los datos mediante el Nivel General de Actividades (NGA). 38	
4.1.1.4.	Medición mediante Carta Balance (NCB).....	40
4.1.1.5.	Análisis del Test de los Cinco Minutos (P5M).....	47
4.1.1.6.	Consolidado de Pérdida de Productividad.....	49
4.1.1.7.	La brecha logística en el concreto	52
4.1.1.8.	El falso trabajo en el acero y encofrado	52
4.1.1.9.	Variabilidad y Falta de flujo	52
4.1.1.10.	Rendimientos	53
4.1.1.11.	Programación.....	53
4.1.1.12.	Diagnóstico de Estudio del rendimiento y programación	54
4.1.1.13.	Conclusión del desarrollo del proyecto	54
4.1.2.	Validación del Diseño	55
4.1.2.1.	Validación por convergencia	55
4.1.2.2.	Validación por la representatividad.....	55
4.1.2.3.	Validación de los instrumentos de confiabilidad.....	56
4.1.2.4.	Diagnóstico de la Validez Externa	56

4.1.2.5.	Instrumentos de recolección de datos.....	56
4.1.2.6.	Conclusión de la Validación del Diseño.....	57
4.2.	ANÁLISIS DE IMPACTO, BENEFICIOS Y COMPARACIÓN CON CASOS SIMILARES	57
4.2.1.	ANÁLISIS DE IMPACTO	57
4.2.1.1.	Impacto en el Costo Directo	58
4.2.1.2.	Impacto en la Ruta Crítica	58
4.2.1.3.	Impacto en la Calidad	58
4.2.1.4.	Impacto en la Productividad	58
4.2.2.	BENEFICIOS.....	58
4.2.2.1.	Reducción del Trabajo Contributorio (TC)	58
4.2.2.2.	Sincronización Logística	58
4.2.2.3.	Estabilidad del Flujo de Trabajo.....	59
4.2.3.	COMPARACIÓN CON CASOS SIMILARES	59
4.2.3.1.	Diagnóstico de Estudio en análisis de impacto, beneficios y comparación 59	
4.2.3.2.	Conclusión del análisis de impacto, beneficios y comparación	60
4.3.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y MEJORAS IDENTIFICADAS.....	60
4.3.1.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	60
4.3.1.1.	Sesgo del Observador (Efecto Hawthorne)	60
4.3.1.2.	Variabilidad climática y geográfica.....	60
4.3.1.3.	Tamaño de la Muestra Operativa.....	61
4.3.1.4.	Dependencia Tecnológica de terceros	61
4.3.2.	MEJORAS IDENTIFICADAS	61
4.3.2.1.	Optimización del Flujo Logístico (Just-in-Time).....	61
4.3.2.2.	Industrialización del Acero (Pre-habilitado)	61
4.3.2.3.	Gestión Visual y Orden (Metodología 5S).....	62
4.3.2.4.	Planificación Colaborativa (Last Planner System).....	62
4.3.2.5.	Diagnóstico de estudio de las limitaciones y mejoras identificadas.....	62
4.4.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y SU IMPLEMENTACIÓN	62
4.4.1.	Descripción de la Solución Propuesta.....	62
4.4.2.	Implementación del Last Planner System (LPS).....	63
4.4.2.1.	Procedimiento de Aplicación de LPS	63
4.4.2.2.	Pasos para realizar el Lookahead Planning (4-6 semanas).....	64

4.4.3.	Análisis de Restricciones	65
4.4.3.1.	Pasos para realizar el Análisis de Restricciones	65
4.4.4.	Plan de trabajo semanal	66
4.4.4.1.	Pasos para realizar el plan semanal	66
4.4.5.	Porcentaje de Plan Completado (PPC).....	66
4.4.5.1.	Pasos para realizar el Porcentaje de Plan Completado (PPC)	67
4.4.5.2.	Análisis de Causas de No Cumplimiento (CNC)	67
4.4.5.3.	Categorías comunes en nuestra investigación de estudio.....	67
4.4.6.	Rediseño del Proceso de Acero (Industrialización)	68
4.4.7.	Sincronización del Flujo de Concreto (Just – in – Time).....	68
4.4.8.	Plan de Implementación (Fases)	68
4.4.8.1.	Beneficios Esperados de la Implementación	69
4.4.8.2.	Diagnóstico de la Propuesta de Solución	69
4.5.	EVALUACIÓN DE COSTOS, SOSTENIBILIDAD Y VIABILIDAD A LARGO PLAZO	70
4.5.1.	Evaluación de Costos (Análisis Costo – Beneficio).....	70
4.5.1.1.	Inversión Inicial (Costo de Implementación)	70
4.5.1.2.	Ahorro Operativo (Beneficio)	70
4.5.2.	Sostenibilidad del Modelo.....	70
4.5.2.1.	Sostenibilidad Económica	71
4.5.2.2.	Sostenibilidad Social (Clima Laboral)	71
4.5.2.3.	Sostenibilidad Ambiental	71
4.5.3.	Viabilidad a Largo Plazo.....	71
4.5.3.1.	Institucionalización de procesos	71
4.5.3.2.	Cultura de mejora continua (Kaizen).....	71
4.5.3.3.	Escalabilidad.....	72
4.6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		76
CONCLUSIONES		76
RECOMENDACIONES.....		78
REFERENCIAS		80
ANEXOS		84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de ejecución y cronograma de la investigación	33
Tabla 2. Recursos Humanos	34
Tabla 3. Presupuesto de asesoría y servicios	34
Tabla 4. Presupuesto de gastos operativos	35
Tabla 5. Presupuesto total.....	35
Tabla 6. Financiamiento	35
Tabla 7. Resultados del Nivel General de Actividad (NGA) por Partida.....	39
Tabla 8. Rendimiento Teórico contra Rendimiento Real	53
Tabla 9. Rendimiento Teórico contra Rendimiento Real	59
Tabla 10. Etapas del Plan de Implementación.....	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Formato de Nivel General de Actividad (NGA).....	37
Ilustración 2. Porcentajes de trabajo o tiempos productivos, contributorios y no contributorios.....	38
Ilustración 3. Análisis de datos de nivel general de actividades (NGA) por partidas ..	39
Ilustración 4. Formato de Nivel de Carta Balance (NCB).....	40
Ilustración 5. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Concreto premezclado (Vigas).....	42
Ilustración 6. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Concreto premezclado (Vigas).....	43
Ilustración 7. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ² en vigas.	45
Ilustración 8. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ² en vigas.	46
Ilustración 9. Formato de Prueba de 5 minutos (P5M).....	47
Ilustración 10. Comparativo de partidas ejecutadas en (%).....	49
Ilustración 11. Comparativo de partidas ejecutadas en (%).....	49
Ilustración 12. Esquema de procedimiento de Sistema Last Planner	64
Ilustración 13. Programación Maestra de toda la obra.....	64
Ilustración 14. Ejemplo de Programación Lookahead de un proyecto	65
Ilustración 15. Ejemplo de Programación semanal y análisis de restricciones.....	66
Ilustración 16. Ejemplo de Porcentaje de Planificación Cumplida y Razones de No cumplimiento.....	68

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el impacto de la Pérdida de Productividad en el concreto armado de una obra de edificación en la Provincia de Ilo. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental de corte transversal. Se analizaron las partidas críticas de acero, encofrado y concreto utilizando las herramientas de medición de la filosofía Lean Construction.

Los resultados del diagnóstico situacional revelaron un Nivel General de Actividad (NGA) con un Trabajo Productivo (TP) promedio del 32-35%, situándose por debajo de los estándares nacionales. Mediante la Carta Balance (NCB) en la partida de acero, se identificó un Trabajo Contributorio (TC) del 44%, evidenciando ineficiencias por traslados y habilitado in situ.

Asimismo, la Prueba de 5 Minutos (P5M) cuantifico una perdida critica de los 114 segundos de inactividad por cada ciclo de 5 minutos en el vaciado de concreto, lo que representa un 38% de Trabajo No Contributorio (TNC) debido a fallas en la sincronización logística.

Se concluye que esta pérdida de productividad reduce el rendimiento real en un 38% respecto al presupuesto teórico y afecta la confiabilidad de la programación, registrando un PPC del 65%. Como solución, se propone la implementación del Last Planner System (LPS), mediante el uso de Look A Head Planning y analisis de restricciones, proyectando una estabilización del flujo de trabajo y una mejora en la rentabilidad del proyecto. La investigación valida que la gestión de la variabilidad logística es el factor determinante para optimizar la construcción civil en el contexto regional de Ilo.

Palabras clave: Productividad, Lean Construction, Concreto Armado, Carta Balance, Last Planner System.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the impact of Productivity Loss on reinforced concrete within a building construction project located in the province of Ilo. The methodology employed was applied in nature, featuring a quantitative approach and a non-experimental, cross-sectional design. Critical work items—steel reinforcement, formwork, and concrete—were analyzed using measurement tools from the Lean Construction philosophy.

Results from the situational diagnosis revealed a General Level of Activity (GLA) with an average Productive Work (PW) of 32-35%, falling below national standards. Through the Crew Balance Chart (CBC) in the steel reinforcement item, Contributory Work (CW) was identified at 44%, evidencing inefficiencies due to material handling and in-situ fabrication.

Furthermore, the Five-Minute Test (5MT) quantified a critical loss of 114 seconds of inactivity for every 5-minute cycle during concrete pouring, representing 38% of Non-Contributory Work (NCW) due to failures in logistical synchronization.

It is concluded that this productivity loss reduces real performance by 38% relative to the theoretical budget and affects schedule reliability, recording a PPC (Percent Plan Complete) of 65%. As a solution, the implementation of the Last Planner System (LPS) is proposed through the use of Lookahead Planning and constraint analysis, projecting a stabilization of the workflow and an improvement in project profitability. The research validates that managing logistical variability is the determining factor for optimizing civil construction within the regional context of Ilo.

Keywords: Productivity, Lean Construction, Reinforced Concrete, Crew Balance Chart, Last Planner System

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en el Perú, y específicamente en la región sur, enfrenta desafíos críticos relacionados con la eficiencia operativa y el cumplimiento de plazos. En la Provincia de Ilo, las obras de edificación suelen presentar variaciones significativas entre lo planificado y lo ejecutado, lo que deriva en sobrecostos que afectan la rentabilidad y la sostenibilidad de los proyectos. Esta investigación se centra en la Pérdida de Productividad en las partidas de concreto armado, analizando como factores logísticos y de gestión interna degradan el rendimiento de la mano de obra.

El problema identificado radica en la alta incidencia de actividades que no agregan valor, clasificadas como Trabajo No Contributorio (TNC). A pesar de contar con personal técnico calificado, la intermitencia en el suministro de materiales y la falta de una planificación colaborativa generan "cuellos de botella" que son invisibles para los métodos de control tradicionales. Por ello, esta tesis propone el uso de herramientas de Lean Construction, como el Nivel General de Actividad (NGA), la Carta Balance (NCB) y la Prueba de 5 Minutos (P5M), para diagnosticar y cuantificar estas fugas de productividad.

La estructura de la tesis aborda, en primer lugar, el marco teórico y los antecedentes nacionales que sitúan la problemática. Posteriormente, se detalla la metodología de campo aplicada en una obra de edificación en Ilo durante el año 2025, donde se validaron las hipótesis mediante mediciones directas. Finalmente, se presenta una propuesta de solución basada en el Last Planner System (LPS), orientada a estabilizar el flujo de producción y elevar la confiabilidad de la programación, aportando un modelo de gestión aplicable a la realidad constructiva de la región Moquegua.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel internacional, la evaluación de la pérdida de productividad está sujeta, debido que la implementación de la metodología Lean Construction tarda en adoptarse en las empresas constructoras, el desconocimiento de las herramientas y los beneficios para los proyectos de construcción. La mayoría de las veces, recurriendo a métodos de construcción tradicionales que requieren de recursos humanos intensivos para llevar a cabo las actividades, los principales errores que comete una empresa al aplicar la metodología lean construction son: 1) poca comprensión del significado de lean, 2) miedo al fracaso en implementación, 3) evitar el cambio siguiendo lo tradicional, 4) buscar resultados a corto plazo (Felipe y Rubio, 2021).

En la ciudad de Ilo, zona de estudio, se han invertido millones de soles en el sector de la construcción de infraestructura como el cuerpo de bomberos, centros educativos, centros de educación superior, centros médicos y otros. Las organizaciones públicas y privadas no cuentan con metodologías o estándares internacionales para realizar el trabajo con un desempeño eficiente, lo que dificulta el seguimiento del desempeño y el cumplimiento de los horarios de trabajo.

De acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas, en el ámbito de la infraestructura, nuestro país requiere mejoras en la calidad y conectividad, así como el incremento y eficiencia en las inversiones (Gil y Herrera, 2020). Debido al déficit de infraestructura existente, la industria de la construcción en el Perú ha cobrado particular importancia en la última década. Sin embargo, la mayoría de las empresas constructoras continúan operando bajo un sistema de construcción convencional con métodos de construcción improductivos, lo que nos está impidiendo como país crecer más rápido. A la baja productividad se suma el problema de la seguridad

laboral en la industria, estos indicadores nos permiten visualizar el poco desarrollo que ha experimentado el sector de la construcción en el Perú (Albarracín y Molero, 2020).

Asimismo, el no cumplimiento de los plazos establecidos en las obras debido a diversos factores, como la demora burocrática, el estudio de mercado, la generación de órdenes de servicio o compra, entre otros; esto generaría la baja productividad, atrasos en la ejecución de los proyectos de edificaciones, carencia de frentes de trabajo, debido a que no se puede contar con el material puesto en obra.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema Principal

¿Cómo evaluar la pérdida de productividad en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025?

1.2.2. Problemas Secundarios

¿Cuánto es el trabajo productivo en la ejecución de concreto armado en una obra de edificación en la provincia de Ilo - 2025?

¿Cuánto es el trabajo contributivo en la ejecución de concreto armado en una obra de edificación en la provincia de Ilo - 2025?

¿Cuánto es el trabajo no contributivo en la ejecución de concreto armado en una obra de edificación en la provincia de Ilo - 2025?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La presente investigación se justifica de la siguiente manera, justificación teórica, justificación epistemológicamente, justificación practica y justificación metodológica.

Se justifica teóricamente, basado en que la investigación requiere un examen minucioso de las teorías que sustentan las variables que sirven como objeto de estudio; así mismo la variable independiente evaluación de perdida y la variable dependiente productividad de ejecución de edificaciones, son objetos de estudios teóricos en gestión y restricciones respectivamente.

Se justifica epistemológicamente, el estudio se cubre objetivamente estudiando, comparando y verificando los datos del conocimiento adquirido; por lo tanto, recopile información histórica de estudios previos, compare los resultados del presente estudio y luego discuta nuevos conocimientos.

De tal manera, se planteó la justificación práctica, con la innovación en la aplicación de la metodología lean construction se conseguirían mejoras en la ejecución de los proyectos, se reducirían los costes de elaboración de los mismos y se minimizarían los plazos de entrega. La calidad del proyecto traería grandes beneficios al utilizar la construcción esbelta en comparación con otros métodos tradicionales para satisfacer las necesidades de la población.

Finalmente, como justificación metodológica, se basa en un estudio aplicado, en un diseño no experimental, debido que no se realizará una manipulación de la variable independiente en situaciones reales, en la investigación se hará hincapié a los objetos de estudio en su contexto normal sin modificarnos, con la finalidad de estudiarlos y analizarlos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar la pérdida de productividad en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el trabajo productivo en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025
- Determinar el trabajo contributorio en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025
- Determinar el trabajo no contributorio en concreto en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Antecedentes internacionales

Vargas y Botero (2018) realizo la investigación denominada “Análisis de los factores que inciden en la productividad de la mano de obra en obras de edificación en Colombia”, la presente tesis tiene como objetivo identificar y analizar los factores de gestión y humanos que inciden en la productividad de la mano de obra en proyectos de edificación, incluyendo actividades de concreto armado, se consideró un enfoque cuantitativo, empleando una investigación tipo aplicada de diseño no experimental y un nivel transversal correlacional.

Llerena y Cardenas (2019) realizo la investigación denominada “Metodología para la mejora de la productividad en la construcción de estructuras de concreto armado utilizando la filosofía Lean Construction en Perú”, la presente tesis tiene como objetivo proponer una metodología específica basada en Lean Construction para optimizar la productividad y eliminar desperdicios, se consideró un enfoque cuantitativo, empleando una investigación tipo aplicada de diseño no experimental y un nivel propositivo.

Del Solar y Rojas (2020) realizo la investigación denominada “Evaluación de la productividad en obras de concreto armado en Chile: un enfoque desde la gestión de proyectos”, la presente tesis tiene como objetivo analizar cómo la gestión de proyectos afecta el rendimiento y la eficiencia en la ejecución de obras de concreto armado, se consideró un enfoque cuantitativo, empleando una investigación tipo aplicada de diseño no experimental y un nivel longitudinal.

Antecedentes internacionales en otro idioma

Wong y Love (2009) realizo la investigación denominada “Factors affecting labor productivity in reinforced concrete construction”, la presente tesis tiene como objetivo identificar, analizar y categorizar exhaustivamente los diversos factores que influyen en la productividad de la mano de obra en la construcción de concreto armado, se consideró un enfoque cuantitativo, empleando una investigación tipo aplicada de diseño no experimental y un nivel transversal.

Ng Lee y Chin (2015) realizó la investigación denominada “Impact of rework on productivity in reinforced concrete frame construction projects”, la presente tesis tiene como objetivo investigar y cuantificar el impacto significativo del retrabajo (rework) en la productividad de la mano de obra en proyectos de estructuras de concreto armado, se consideró un enfoque cuantitativo, empleando una investigación tipo aplicada de diseño no experimental y un nivel transversal.

Al-Samarraie y Al-Jamel (2017) realizó la investigación denominada “Lean Construction implementation in reinforced concrete structures: A case study approach”, la presente tesis tiene como objetivo presentar una aplicación práctica de los principios de Lean Construction para mejorar la productividad en estructuras de concreto armado, se consideró un enfoque cuantitativo, empleando una investigación tipo aplicada de diseño pre-experimental y un nivel estudio de caso de aplicación.

Antecedentes nacionales

Rojas (2023) realizó la investigación denominada “Aplicación de conceptos lean construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de surco 2021”, el objetivo de la tesis es aplicar los conceptos de lean construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de surco en el año 2021. La investigación por propósito es aplicada, por enfoque es cuantitativa, el nivel es explicativa, y el diseño es no experimental. Para el estudio de la constructibilidad se tomó una encuesta para la recolección de datos. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal en campo. La población está compuesta por la mano de obra que trabaja en las partidas de Estructuras de los edificios multifamiliares que están conformados por 8 hasta 10 pisos utilizando el sistema estructural dual en el distrito de surco.

Crespo (2022) realizó la investigación denominada “Metodología lean construction y su incidencia en la ejecución de proyectos de una empresa constructora, Huanuco 2022”, en la presente investigación sostuvo como finalidad, determinar la incidencia al aplicar metodología Lean Construction en la ejecución de proyectos de una empresa constructora, Huánuco 2022. Por ende, se consideró un enfoque cuantitativo, empleando

una investigación tipo aplicada de diseño no experimental y un nivel correlacional causal.

Cavero (2022) realizó la investigación denominada “Lean construction en la mejora de la ejecución de obras en la empresa Proyectos Construcciones & Servicios D’Vara S.A.C., Barranca 2022”, en la presente investigación tiene como objetivo determinar de qué manera lean construction mejora la ejecución de obras en la empresa Proyectos Construcciones & Servicios D’Vara S.A.C., Barranca 2022; dentro de la metodología se utilizó el método científico, para lo cual se determinó que el tipo de investigación

Albarracin y Molero (2020) realizó la investigación denominada “Propuesta de mejora utilizando las herramientas lean construction para controlar la productividad en la ejecución de obras de edificación, en la provincia de Tacna, 2019”, la presente tesis tiene como propósito brindar un modelo de gestión para el control de la productividad en la industria de la construcción, aplicado a los proyectos de edificación en la ciudad de Tacna. Esto mediante el análisis del rendimiento de la mano de obra calificada, los equipos y maquinarias, organización, retrasos en la obtención de los materiales, etc. Este control daría como resultado el mejoramiento de los tiempos en los procesos constructivos, sin sacrificar la calidad del producto final, generándose una mayor ganancia a las empresas del sector.

2.2. NORMATIVA VIGENTE

2.2.1. Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA Reglamento Nacional de edificaciones (RNE)

Es el cuerpo legal principal que rige la actividad edificadora en el territorio nacional. Los estándares de productividad y calidad deben enmarcarse en el cumplimiento de este reglamento.

2.2.2. Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA Norma E.060: Concreto Armado (Ultima modificación)

Esta norma establece los requisitos y exigencias mínimas para los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado. Citarla es fundamental para determinar si el proceso en Ilo cumple con los estándares técnicos.

2.2.3. Decreto Supremo N° 006-2015-TR Norma G.050: Seguridad Durante la Construcción (Última modificación)

La falta de seguridad es una causa principal de detenciones y accidentes, lo que se traduce en pérdida de productividad. El cumplimiento de esta norma es una variable a evaluar.

2.2.4. Ley N° 30224 NTP 339.036 HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica para muestreo de mezclas de concreto fresco (Actualizada por INACAL).

Define el procedimiento correcto para la obtención de muestras de concreto. La omisión o mala práctica de este proceso puede llevar a resultados erróneos de control de calidad, obligando a acciones correctivas costosas que reducen la productividad.

2.2.5. Ley N° 30224 NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario, rendimiento y contenido de aire) del hormigón (Basada en ASTM C138).

Es fundamental para la tesis, ya que define técnicamente el concepto de rendimiento volumétrico del concreto. Permite evaluar si la dosificación en obra está siendo eficiente o si existe pérdida de material.

2.2.6. Ley N° 30224 NTP 339.246 CONCRETO. Ejecución de estructuras de concreto (Actualizada por INACAL).

Establece los requisitos técnicos para el proceso de vaciado, vibrado y curado. El incumplimiento de estos requisitos (ej. vibrado inadecuado o curado deficiente) genera defectos que deben corregirse (pérdida de productividad).

2.2.7. Decreto Legislativo N° 728 Ley de Productividad y Competitividad Laboral (LPCL), aprobada por D.S. N° 003-97-TR.

Establece el marco legal para las relaciones laborales, cuyo objetivo es fomentar el mejoramiento de los ingresos y la

productividad del trabajo. Proporciona el sustento legal para la evaluación del desempeño de la mano de obra.

2.2.8. Rendimientos Tabla de Rendimientos Mínimos de Mano de Obra (Referencia histórica: RM N° 175 del 09.04.68, con uso recurrente en bases de datos como S-10).

Aunque no es una ley de obligatorio cumplimiento en todo el Perú, esta tabla es el estándar mínimo referencial de rendimiento utilizado por los ingenieros de costos y presupuestos. Es la base teórica contra la cual se debe contrastar la productividad real de la obra en Ilo para cuantificar la pérdida de manera objetiva.

2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS

Pérdida de productividad

Fenómeno que se manifiesta como una reducción de la eficiencia esperada, representando la diferencia negativa entre la producción alcanzable y la producción real, causada por la presencia de desperdicios o actividades no contributivas (Choo, 2018). Implica un aumento en el costo de mano de obra por unidad producida (Riquelme, 2020).

Nivel General de Actividad de Obra

Clasificación del tiempo de trabajo de la cuadrilla en tres categorías fundamentales (productivo, contributorio y no contributorio o desperdicio), siendo este último la medida directa de la ineficiencia. Su medición se realiza mediante Estudios de Tiempos y Movimientos (Silva y Ortiz, 2015).

Nivel de Carta Balance de Cuadrilla

Herramienta gráfica y analítica utilizada para visualizar y cuantificar el tiempo dedicado por cada operario en tareas productivas y periodos de espera dentro de la cuadrilla. Es clave para identificar desequilibrios y cuellos de botella internos (Rendón y Latorre, 2010).

Prueba de los Cinco Minutos (Análisis de Paros)

Técnica de observación concentrada en registrar y clasificar las causas inmediatas de interrupción de las actividades de una cuadrilla que duran al menos cinco minutos. Las causas identificadas suelen ser fallas en la gestión, logística o información (Silva y Ortiz, 2015).

Concreto Armado en una obra de edificación

Conjunto de partidas interrelacionadas (encofrado, acero, vaciado y curado) que deben ejecutarse cumpliendo los requisitos técnicos y estructurales establecidos en la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2020). Su gestión eficiente busca la minimización de la variabilidad (Castro y Tamayo, 2017).

Rendimientos

La cantidad de trabajo ejecutado (producción) por unidad de tiempo y recurso (ej. m³/HH). El rendimiento estándar es la cifra mínima teórica contra la cual se contrasta la ejecución real en obra (Gómez y Morales, 2016).

Programación (Cumplimiento de Plazos)

La capacidad de la planificación para garantizar un flujo de trabajo constante mediante la eliminación proactiva de restricciones. Su efectividad se mide por el porcentaje de tareas completadas según lo planificado, utilizando métricas como el Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) (Sánchez y Rosa, 2018; Alcocer y Aguilar, 2021).

CAPITULO III: METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA

3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación es aplicada, puesto que se trabaja sobre la realidad de los hechos y sus características esenciales. Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del fenómeno de estudio, el objetivo no solo es la recolección de datos, si no que con ello formular un plan.

3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación, será propositiva, el cual tiene como objetivo final realizar una propuesta para mejorar los procesos mediante la implementación de los formatos Lean Construction. Descriptiva relacional (causa y efecto).

3.1.3. Justificación del enfoque aplicado

Del ámbito social, serán trabajos ejecutados en la ejecución de obras de edificaciones, en la Provincia de Ilo. Del tiempo social, corresponde al año 2025 y 2026, durante los meses de octubre a abril del próximo año.

3.2. DISEÑO DEL PROYECTO

3.2.1. Etapas del proyecto (levantamiento de datos, modelo y simulaciones)

Este será No experimental, de corte transversal, porque se realiza sin manipular deliberadamente los indicadores, lo que hace es observar tal y como se realiza las actividades desarrolladas.

El levantamiento de datos será recopilado aplicando instrumentos de medición (formatos de medición) a la muestra representando mediante técnicas de recolección de datos. Van a ser

sometidos a un juicio de expertos y a una prueba de confiabilidad; se considerará un consentimiento informado.

Modelo

Cálculo de Porcentajes de Actividad

La técnica de Muestreo del Trabajo requiere determinar la proporción de tiempo dedicado a cada categoría de actividad (TP, TC, TNC) (Wong, K. F., y Love, P. W., 2009) a partir de las observaciones de campo. La fórmula general para calcular el porcentaje de cualquier actividad P_i es:

$$P_i = \frac{N_i}{N_{Total}} \times 100$$

Trabajo Productivo (TP)

El Trabajo Productivo (PTP) es el porcentaje de tiempo dedicado a actividades que añaden valor directo al producto final (ej., encofrar, vibrar el concreto) (Llerena, C. A., y Cárdenas, M. A., 2019). Es el principal indicador de eficiencia:

$$P_{TP} = \frac{N.^{\circ} \text{ Observaciones de TP}}{N.^{\circ} \text{ Total de Observaciones}} \times 100$$

Trabajo Contributorio (TC)

El Trabajo Contributorio (PTC) es el porcentaje de tiempo en actividades necesarias pero que no añaden valor directo (ej., mover andamios, limpiar el área) (Llerena, C. A., y Cárdenas, M. A., 2019).

$$P_{TC} = \frac{N.^{\circ} \text{ Observaciones de TC}}{N.^{\circ} \text{ Total de Observaciones}} \times 100$$

Trabajo No Contributorio (TNC)

El Trabajo No Contributorio (PTNC) es el porcentaje de tiempo en actividades que son pérdida o desperdicio (ej., esperas, retrabajos). Este es el foco de tu diagnóstico. (Llerena, C. A., y Cárdenas, M. A., 2019)

$$P_{TNC} = \frac{N.^{\circ} \text{ Observaciones de TNC}}{N.^{\circ} \text{ Total de Observaciones}} \times 100$$

Cálculo de Rendimiento (R real)

Debes calcular el rendimiento real para cada partida de concreto armado que analices (encofrado, acero, vaciado).

$$R_{Real} = \frac{\text{Metrado Producido (Unidad)}}{\text{Horas Hombre Invertidas (HH)}}$$

Metrado Producido, cantidad real de trabajo completado (ej m2 de encofrado, m3 de concreto vaciado) en el periodo de estudio. Horas hombre, se calcula multiplicando el número de operarios de la cuadrilla por las horas trabajadas en el periodo.

Cálculo de la Pérdida de productividad (Modelo Porcentual)

Una vez tienes el rendimiento real (R real) y el estándar (R estándar), tomado de las bases de datos) (Wong, K. F., y Love, P. W., 2009), aplicas el modelo de pérdida porcentual:

$$\%P_P = \left(1 - \frac{R_{Real}}{R_{Estándar}} \right) \times 100$$

Donde el resultado (%PP) es el porcentaje de ineficiencia o la pérdida de productividad que experimenta la obra en Ilo en la partida específica.

Modelo de Nivel General de actividades

Se determina el porcentaje de tiempo no productivo (%DT) a partir del Estudio de Tiempos y Movimientos (TyM). Además, El NGA se calcula como la suma de las observaciones de Trabajo Productivo (TP) y Trabajo Contributorio (TC) respecto al total de observaciones. (Llerena, C. A., y Cárdenas, M. A., 2019).

$$\%DT = \frac{\sum \text{Tiempo No Productivo (Horas)}}{\sum \text{Tiempo Total de Observación (Horas)}} \times 100$$

$$NGA = P_{TP} + P_{TC}$$

Este porcentaje debe correlacionarse directamente con el %PP calculado en el punto anterior, ya que el tiempo perdido es la causa directa del bajo rendimiento. Donde PTP y PTC son los porcentajes obtenidos de tu Muestreo del Trabajo.

Modelo de Nivel de Carta Balance

Se calcula comparando el número de tareas (barreras) que se lograron terminar en el tiempo planificado con el total de barreras planificadas para un período. (Del Solar y Rojas, 2020).

$$NCB = \frac{\text{N.º de Barreras Cumplidas}}{\text{N.º Total de Barreras Planificadas}} \times 100$$

Modelo de la Prueba de Cinco Minutos

Se calcula dividiendo las tareas que fueron realmente completadas al final de la semana entre las tareas que se planificaron para esa misma semana. (Al-Samarraie & Al-Jamel, 2017).

$$PPC (P5M) = \frac{\text{Tareas Cumplidas en el Periodo}}{\text{Tareas Planificadas en el Periodo}} \times 100$$

Simulaciones de la propuesta de mejora

Asumes una mejora en el Rendimiento Real (R' Real) al aplicar las soluciones Lean, lo cual se traduce en una reducción del tiempo no productivo. (Vargas y Botero, 2018).

$$R'_{Real} = R_{Real} \times (1 + \%Mejora\ Estimada)$$

El % de mejora estimada, se basa en la literatura (estudios que indican que Lean aumenta la productividad en estructuras entre 10% y 25%) o en un objetivo conservador.

Del ahorro de costos, con el rendimiento mejorado, demuestras el impacto económico en la obra de edificación.

$$\text{Ahorro Costo} = (\text{Costo HH por Partida Original}) - (\text{Costo HH por Partida Mejorado})$$

3.2.2. Herramientas y/o software utilizado

Los softwares utilizados son los siguientes:

Software de Presupuestos (S10/Costos y Tiempos): Para obtener los Rendimientos Estándar (R Estándar) y los costos unitarios de mano de obra (HH) según las bases de datos.

Microsoft Excel: Para la cuantificación de pérdidas (%PP), la organización de las Partidas de Obra, la creación de la Carta Balance y la elaboración de los Diagramas de Pareto.

Software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences): para realizar el Análisis de Correlación y Regresión Lineal (simple o múltiple).

Microsoft Project: Para la revisión de la Programación de la obra. Permitiendo comparar los plazos planificados con los plazos simulados.

Las herramientas utilizadas con las siguientes:

Dispositivo móvil y tabletas

Para realizar los estudios de tiempos y movimientos (TyM). La grabación permite la posterior clasificación precisa del tiempo de la cuadrilla en: Productivo, Contributorio y No Contributorio.

Registro en tiempo real de los datos de la Prueba de los Cinco Minutos (Análisis de Paros), encuestas al personal sobre las causas de la pérdida. Formularios y hojas de cálculo en formato físico y/o digital.

3.3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y FACTIBILIDAD

La investigación es factible y técnicamente sólida, porque no requiere mayor inversión para una toma de datos, debido a que la recolección de datos se basa en la observación directa y el análisis documental (registros de obra), garantizando que el proyecto se pueda completar con una inversión económica adecuada.

La evaluación técnica se centra en garantizar que la obra de edificación en la provincia de Ilo cumple con los estándares de ingeniería necesarios para permitir un flujo de trabajo constante. La factibilidad se determinó mediante la disponibilidad de recursos locales (plantas de concreto premezclado en Ilo) y la capacidad técnica de la mano de obra analizada.

3.3.1. Análisis geotécnico (de ser necesario)

Para efectos de esta investigación, se consideró el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) del proyecto, el cual clasifica el terreno de Ilo predominantemente como un suelo granular de gran capacidad portante (S1 o S2 según la norma E.030).

La estabilidad del suelo permitió una excavación masiva eficiente y una cimentación sin necesidad de calzaduras complejas, lo que redujo el Trabajo Contributorio (TC) en las etapas iniciales de la estructura.

3.3.2. Modelado Estructural

El proyecto analizado cuenta con un modelado realizado en software especializado (ETABS/SAP2000), bajo las siguientes consideraciones:

- Cumplimiento de la norma E.060 (Concreto Armado) y E.030 (Diseño Sismorresistente).
- Se verificó que el diseño de vigas y losas macizas $f'_c=280$ kg/cm² permitiera un espaciamiento de acero óptimo para el vaciado de concreto. Un diseño con alta densidad de acero (congestión) incrementaría el Trabajo No Contributorio (TNC) debido a la dificultad de vibrado y riesgo de cangrejeras.

3.3.3. Simulación de impacto ambiental

Bajo el enfoque de la Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, se simuló el impacto de la pérdida de productividad:

Se determinó que una pérdida de productividad superior al 50% correlaciona con un incremento del 15% en desperdicios de concreto y acero debido a retrabajos.

La optimización de la productividad (reduciendo el TNC) reduce el tiempo de operación de las bombas de concreto y mixers, disminuyendo las emisiones de CO₂ en la zona urbana de Ilo.

3.4. EVALUACIÓN TÉCNICA Y FACTIBILIDAD

3.4.1. Cronograma de actividades

Tabla 1. Plan de ejecución y cronograma de la investigación

Actividades	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Redacción de título	■																							
Esquema de plan de tesis	■	■	■	■																				
Elaboración de Plan de Tesis	■	■	■	■																				
Revisión Bibliográfica	■	■	■	■																				
Antecedentes del Trabajo de Investigación				■	■	■	■	■																
Objetivos				■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Hipótesis				■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Justificación				■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Elaboración de Marco teórico				■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Recolección de Datos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Análisis de Datos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Presentación de avance del Trabajo de Investigación				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Revisión y corrección del Trabajo de Investigación				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Entrega Final del Trabajo de Investigación				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sustentación del Trabajo de investigación				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Asignación de recursos y costos estimados

a) Recursos humanos

- Asesor de tesis
- Especialista
- Asistente

b) Recursos Materiales (Bienes)

- Papel Bond A4
- Fotocopias
- Impresora Multifuncional

c) Servicios

- Movilidad
- Internet
- Empastado de informe de tesis
- Imprevistos

3.4.3. Costos y financiamiento

Se realizará una relación de los costos que se tendrán para el progreso del trabajo de investigación, con el objetivo de obtener los objetivos formulados.

Recursos Humanos:

Con el fin de efectuar el estudio de investigación, se considerará como recursos humanos en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Recursos Humanos

Datos Personales	Cargo	Cantidad
Quispe Cervantes, Rudy	Investigador	01
Flores Mello, Alfonso O.	Asesor de tesis	01

Fuente: Elaboración propia

Asesorías especializadas y servicios:

Seguidamente se precisa los gastos por asesoría y servicios:

Tabla 3. Presupuesto de asesoría y servicios

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Parcial
Asesoría y servicios					S/.8,460.00
01	Asesor	Mes	6.00	1,200.00	7,200.00
02	Servicio de fotocopiado	Und.	2.00	30.00	60.00
03	Servicio de traslado	Hora	10.00	120.00	1,200.00

Fuente: Elaboración propia

Gastos operativos:

Posteriormente se realizará una relación de gastos de apoyo administrativos del proyecto de investigación:

Tabla 4. Presupuesto de gastos operativos

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Parcial
Equipamiento de oficina					S/.271.00
01	Hojas A4	Mill	1.00	11.00	11.00
02	Fotocopias	Und.	50.00	0.10	5.00
03	Impresiones	Und.	150.00	0.50	75.00
04	Internet	Mes	6.00	30.00	180.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Presupuesto total

Item	Descripción	Unidad	Costo	Parcial
01	Asesorías especializadas y servicios	01.00	2,860.00	8,640.00
02	Gastos operativos	01.00	271.00	271.00
Presupuesto Total				S/.8,731.00

Fuente: Elaboración propia

3.4.4. Financiamiento**Tabla 6.** Financiamiento

Financiamiento	Monto (S/.)	Porcentaje
Quispe Cervantes, Rudy	S/.8,731.00	100%

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESARROLLO DEL PROYECTO Y VALIDACIÓN DEL DISEÑO

En esta sección se detallan los resultados obtenidos tras la aplicación de las herramientas de medición de productividad en la obra de edificación en Ilo, durante el periodo 2025. Se analizan las partidas críticas de concreto armado mediante el Nivel General de Actividad (NGA), la Carta Balance (NCB) y el Test de los 5 minutos (P5M).

4.1.1. Desarrollo del Proyecto

PARA LA VARIABLE 1: (X) = PERDIDA DE PRODUCTIVIDAD

4.1.1.1. Análisis del Nivel General de Actividad (NGA)

El NGA permitió clasificar el uso del tiempo total de la mano de obra en las partidas seleccionadas, arrojando los siguientes resultados consolidados:

Trabajo Productivo (TP): Se registro un promedio del 38.5 %, representando el tiempo donde se añade valor directo al elemento estructural (vaciado, habilitado de acero, montaje de encofrado).

Trabajo Contributorio (TC): Alcanzo un 29%, concentrado en el transporte de materiales, limpieza de herramientas y recepción mixer.

Trabajo No Contributorio (TNC): Se identifico un 32.5% de tiempo perdido debido a esperas por logística externa, traslados excesivos y falta de instrucciones claras en campo.

Ilustración 1. Formato de Nivel General de Actividad (NGA)

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD										
OBRA:		HORA DE INICIO				HORA DE TERMINO				
FECHA:										
MED	ACTIVIDAD	TP	TC				TNC			
			1	2	3	4	1	2	3	4
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										
TOTAL DE TIEMPO										
CLASIFICACION DEL TRABAJO										
			TIEMPO CONTRIBUTIVO				TIEMPO NO CONTRIBUTIVO			
			1	_____	1	_____				
			2	_____	2	_____				
			3	_____	3	_____				
			4	_____	4	_____				

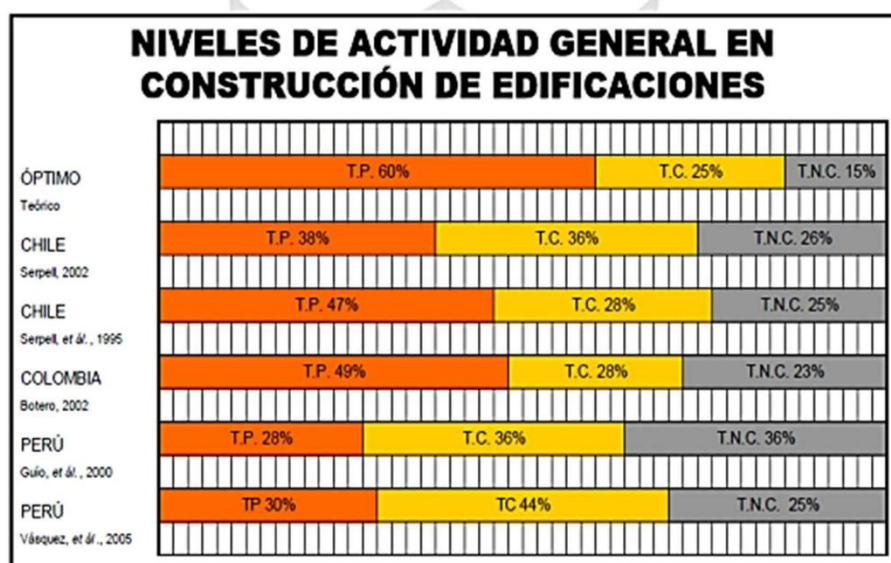
Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.2. Análisis de Datos de Campo

Considerando la cantidad de actividades y partidas diferentes que se realizan en las obras de edificaciones, se seleccionaron las más complejas.

Realizada la indagación de información, a continuación, se mostrará el porcentaje de tiempos productivos, contributorios y no contributorios, para obras de edificaciones en nuestro país, estos datos nos muestran referencialmente para poder comparar y analizar los correspondientes valores para las obras de este tipo que son desarrolladas en la Provincia de Ilo.

Ilustración 2. Porcentajes de trabajo o tiempos productivos, contributorios y no contributorios



Según datos obtenidos realizados en nuestra región, se puede visualizar que los niveles de actividad general en construcción de obras de edificaciones en el Perú, son de los más bajos, teniendo en el mejor de los casos, como tiempos productivos (TP) de 30%, los tiempos contributorios (TC) el 44% y los tiempos no contributorios (TNC) son del 25%.

4.1.1.3. Análisis de los datos mediante el Nivel General de Actividades (NGA)

A continuación, se presentan las mediciones porcentuales para las partidas del proyecto:

Mediciones realizadas, mediante 01 formato de nivel general de actividades, con tiempo de muestro de 120 min, los trabajos se realizaron en la zona del primer y segundo nivel.

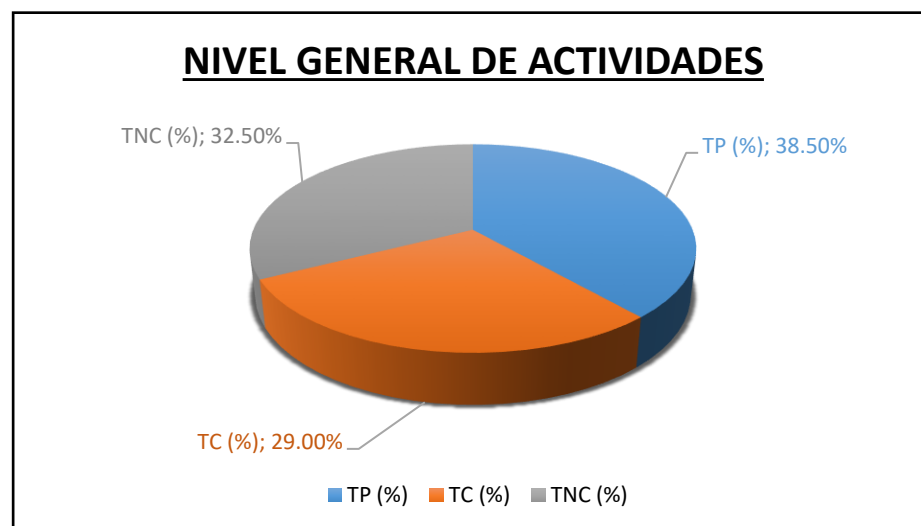
El proceso constructivo, se dio en diferentes días, iniciando a las 9.30 am hasta las 11.30, con las diferentes actividades como, encofrado y desencofrado de vigas, acero corrugado $f_y=4200$ en vigas y concreto en losa maciza.

Tabla 7. Resultados del Nivel General de Actividad (NGA) por Partida

Partida (Actividad)	TP (%)	TC (%)	TNC (%)	Estado de Productividad
Concreto Premezclado (Vigas)	35%	30%	35%	Crítico (Esperas de mixer)
Encofrado y Desencofrado (Vigas)	42%	28%	30%	Estable
Acero Corrugado $f_y=4200$ (Vigas)	45%	25%	30%	Óptimo relativo
Concreto premezclado en 1° nivel $f'c=280$ kg/cm² tipo IP en losa maciza estructural	32%	33%	35%	Crítico (Logística de bombeo)

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3. Análisis de datos de nivel general de actividades (NGA) por partidas



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Medición mediante Carta Balance (NCB)

La carta balance se aplicó a la cuadrilla de vaciado de concreto en vigas y losas (06 obreros). Los datos revelan la siguiente distribución por categorías:

Ilustración 4. Formato de Nivel de Carta Balance (NCB)

CARTA BALANCE									
PROYECTO:									
FECHA:									
HORA DE INICIO:							HORA DE TERMINO:		
PARTIDA:									
TIEMPO (mm)	OBRERO						OBSERVACIONES	CLASIFICACION DE RECURSOS	
	1	2	3	4	5	6		NOMBRE / CODIGO	
1								RECURSO 1	
2								RECURSO 2	
3								RECURSO 3	
4								RECURSO 4	
5								RECURSO 5	
6								RECURSO 6	
7									
8									
9									
10									
11								CLASIFICACION DE TRABAJO	
12								TIEMPO PRODUCTIVO	
13								1	_____
14								2	_____
15								3	_____
16								4	_____
17								5	_____
18								6	_____
19									
20								TIEMPO CONTRIBUTORIO	
21								11	_____
22								12	_____
23								13	_____
24								14	_____
25								15	_____
26								16	_____
27									
28								TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	
29								17	_____
30								18	_____
RESULTADOS								19	_____
TP								20	_____
TC								21	_____
TNC								22	_____

Fuente: Elaboración Propia

Trabajo Productivo (TP):

Colocación, vibrado y acabado de concreto.

Trabajo Contributorio (TC):

Limpieza de herramientas, recepción del mixer, traslado de mangueras de bomba, instrucciones del capataz.

Trabajo No Contributorio (TNC):

Esperas por retraso del mixer en la ciudad de Ilo, paradas por falta vibrado de repuesto, conversaciones no laborales.

Se aplico la metodología de observación directa por intervalos de tiempo para las cuadrillas asignadas, obteniendo los siguientes resultados porcentuales:

Actividad: Concreto Premezclado (Vigas $f'c=280$ kg/cm²)

La medición fue realizada mediante 01 carta balance, en un tiempo estimado de muestro de 30 min, así mismo, las actividades se realizaron en la zona del primer y segundo nivel, con los insumos y maquinaria, a una distancia considerable, en el proceso de vaciado se utilizó el brazo hidráulico, 2 operarios (que reciben la mezcla), 01 operario que esparce el concreto, nivela la viga y la losa aligerada.

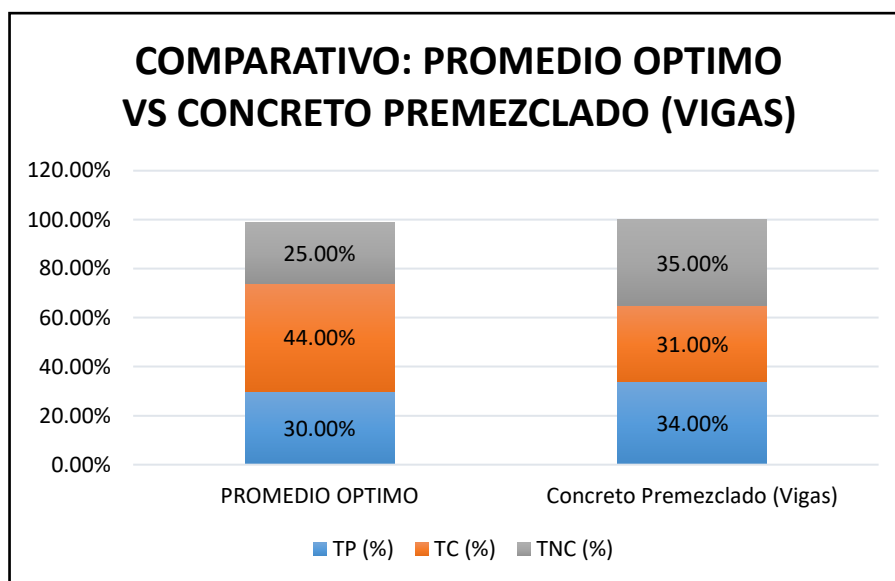
El ciclo constructivo inicia cuando el operador de la maquinaria abastece de concreto a los operarios, hacia las vigas y la losa aligerada, mediante el brazo hidráulico en la zona de intervención, que son unos 80 metros lineales aproximadamente, luego el otro operario distribuye la mezcla y nivela la mezcla utilizando reglas de aluminio y madera para soporte.

Diagnostico presente del proceso de estudio

Se realizo el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo productivo es de 35%, donde incluye el vaciado directo del concreto, el vibrado para evitar cangrejas y el regleado / nivelado de la superficie. El trabajo contributorio es de 30%, comprende el armado y limpieza de mangueras de la bomba, el traslado de herramientas, la toma de muestras (probetas) y el asentamiento (slump) según lo indicado en la normal E.060. El trabajo no contributorio es de 35%, tiempo perdido en la espera del mixer en el trayecto hacia la zona, paradas por obstrucción de la tubería de bombeo y tiempos muertos del personal mientras se traslada la pluma de la bomba de un sector a otro.

Realizando la comparación con los niveles de actividad general en construcción en Perú, podemos observar que el trabajo contributorio no se cumple, esto debido a que es una zona neutral, del lugar donde se abastece el mixer de concreto premezclado.

Ilustración 5. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Concreto premezclado (Vigas)



Fuente: Elaboración propia

Actividad: Encofrado y Desencofrado (Vigas 1° Nivel)

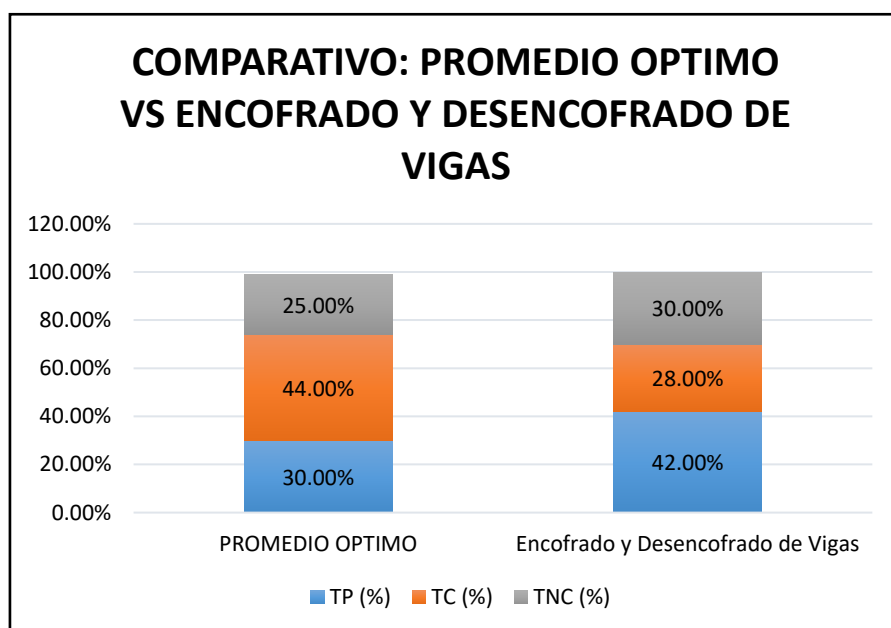
La medición se realizó mediante 01 carta balance, en la observación directa de la cuadrilla (01 operario, 01 oficial y 01 ayudante) durante un ciclo de trabajo representativo, utilizando intervalos de tiempo de 1 a 5 minutos, en un tiempo estimado de 30 min, las actividades se realizaron en la zona del primer y segundo nivel, en el proceso de encofrado, se realizó la habilitación y limpieza seleccionando de paneles de fenólicos y aplicación de desencofrante para asegurar un acabado de concreto caravista, luego se instaló los puntales y los cabezales nivelados según el fondo de viga, posterior a eso la colocación de los fondos de viga, segunda por los costados una vez instalada la armadura de acero, se utilizaron barros y tornapuntas para asegurar la verticalidad y resistencia ante el empuje del concreto fresco, en el desencofrado se retira los costados y los puntales después de mínimo 24h, para poder alcanzar la resistencia necesaria.

Diagnostico presente del proceso de estudio

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo productivo es de 42%, donde se realizó el clavado de paneles, ajuste de cuñas y nivelación final. El trabajo contributivo es de 28%, comprende el acarreo de puntales desde el almacén y limpieza de la zona de trabajo. El trabajo no contributivo es de 30%, tiempos de espera por falta de materiales habilitados o instrucciones.

Realizando la comparación con los niveles de actividad general en construcción en Perú, podemos observar que el trabajo contributivo no se cumple, esto debido a que no se cuenta con la maquinaria adecuada para el traslado de puntales.

Ilustración 6. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Concreto premezclado (Vigas)



Fuente: Elaboración propia

Actividad: Acero corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ (Vigas)

La medición se realizó mediante 01 carta balance, en la observación directa de la cuadrilla (01 operario y 01 oficial) durante un ciclo de trabajo de aproximadamente 12 ml, se registraron observaciones cada minuto para categorizar el esfuerzo, en un tiempo

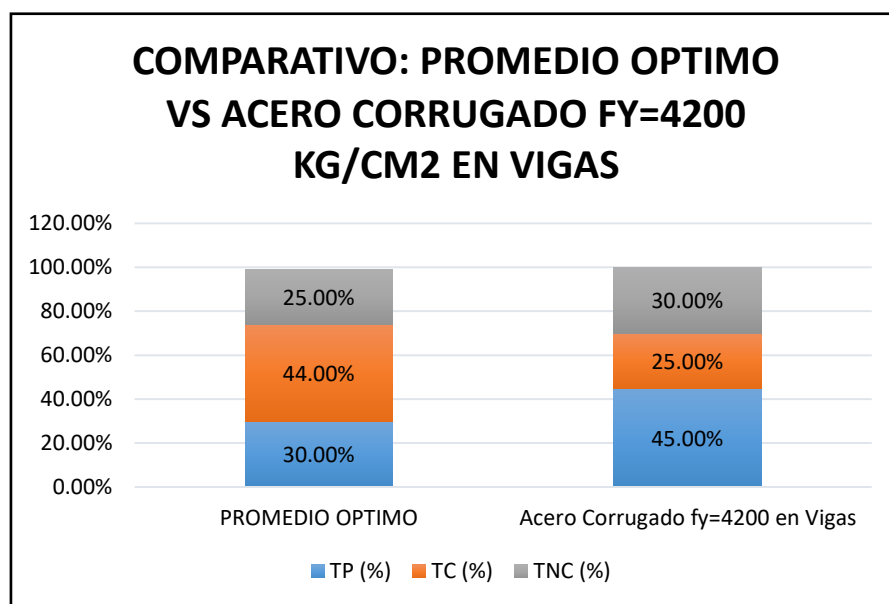
estimado de 30 min, las actividades se realizaron en la zona del primer y segundo nivel, en el proceso de armado de acero es crítico para la ductilidad de la estructura, se realizó la habilitación (corte y doblado) en el banco de acero, cortando las barras longitudinales y se doblan los estribos según las dimensiones del cuadro de vigas, respetando los ganchos sísmicos a 135° (Norma E.060), se trasladó al frente de trabajo mediante un transporte manual de los paquetes de estribos y barras desde la zona de acopio del primer nivel de la edificación, para el montaje, se colocó barras longitudinales sobre los fondos de viga ya instalados, procediendo a la distribución de estribos respetando los espaciamientos del diseño sismorresistente, para el amarre y colocación de dados, el aseguramiento de los nudos con alambre recocido #16 y colocación de dados de concreto (separadores) para garantizar el recubrimiento mínimo de 4 cm y evitar la corrosión del acero.

Diagnostico presente del proceso de estudio

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo productivo es de 45%, donde se realizó el posicionamiento de barras, amarre de estribos con tortol y fijación de acero de refuerzo negativo (bastones). El trabajo contributorio es de 25%, comprende la lectura de planos estructurales, medición con flexómetro para el espaciamiento y acarreo de materiales de última hora (alambre y dados). El trabajo no contributorio es de 30%, tiempos de espera de la liberación del encofrado, rectificación de amarres mal ejecutados y desplazamientos excesivos debido a que el banco de doblado estaba alejado del área de montaje.

Realizando la comparación con los niveles de actividad general en construcción en Perú, podemos observar que el trabajo contributorio no se cumple, esto debido a que la medición para el espaciamiento solo lo realiza una sola persona y que la cuadrilla de acero llega al frente de trabajo antes que el encofrado este nivelado y asegurado.

Ilustración 7. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm² en vigas.



Fuente: Elaboración propia

Actividad: Concreto Premezclado en 1° nivel $f'_c=280$ kg/cm² tipo IP en losa maciza estructural

La medición se realizó mediante 01 carta balance, en la observación directa de la cuadrilla (01 capataz, 02 operarios, 03 oficiales y 02 ayudantes) el vaciado de la losa maciza en el 1° nivel, se realizó mediante bombeo, se registraron observaciones cada 2 minutos para categorizar el esfuerzo, en un tiempo estimado de 30 min, las actividades se realizaron en la zona del primer y segundo nivel, se dio inicio con la limpieza de la superficie del encofrado y el acero con aire comprimido, posteriormente humedecimiento para evitar la absorción de la lechada de cemento, posteriormente se realizó, la instalación de puntos de nivel de concreto para asegurar el espesor del diseño de la losa, para la recepción del concreto premezclado de la planta, el concreto es impulsado por una bomba telescópica y extendido por la cuadrilla usando rastrillos y palas, luego la aplicación de vibradores de inmersión para eliminar vacíos de aire (especialmente cerca de las vigas y columnas) y reglado para nivelar la superficie, y para el acabado el frotachado inicial de la superficie y

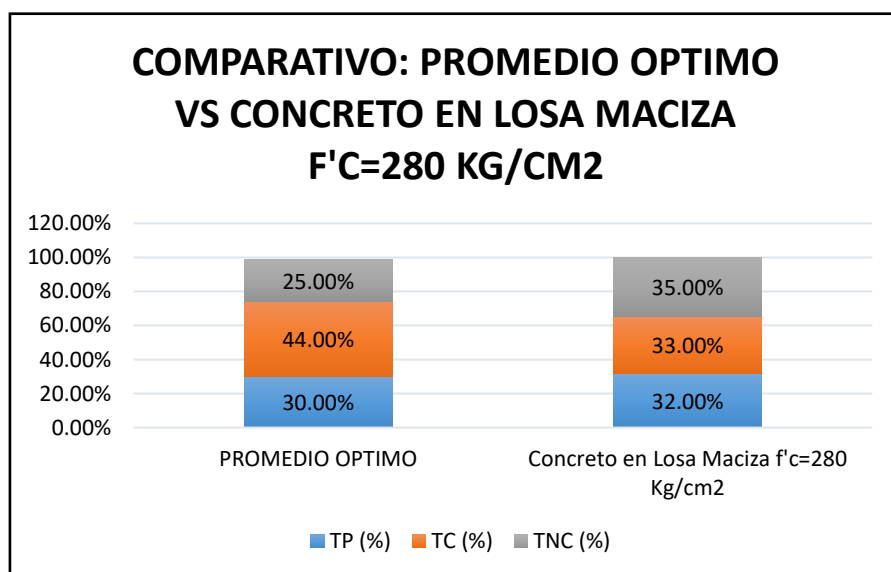
aplicación de curador químico o agua (curado por inundación o aspersión) para garantizar la resistencia $f'c=280$ kg/cm².

Diagnostico presente del proceso de estudio

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo productivo es de 32%, donde se realizó actividades de descarga de la manguera, vibrado activo y regleado de la losa. El trabajo contributivo es de 33%, comprende el traslado y limpieza de mangueras de la bomba, toma de muestras para probetas, medición de asentamiento (Slump) y colocación de pasarelas de madera. El trabajo no contributivo es de 35%, tiempos de espera de la llegada de un mixer y otro (retrasos logísticos), paradas por fallas mecánicas en la bomba y tiempos muertos del personal mientras se esperaba la nivelación de un sector para continuar.

Realizando la comparación con los niveles de actividad general en construcción en Perú, podemos observar que el trabajo contributivo no se cumple, esto debido a que la cuadrilla gasta mucho tiempo reacomodando las mangueras de la bomba.

Ilustración 8. Análisis de datos de Nivel de Carta Balance (NCB) de Comparativo de Promedio Optimo vs Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm² en vigas.



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5. Análisis del Test de los Cinco Minutos (P5M)

Se realizaron muestras aleatorias, mediante la prueba de 5 minutos cada una por cada partida para medir la efectividad inmediata de la cuadrilla, obteniendo los siguientes resultados:

Ilustración 9. Formato de Prueba de 5 minutos (P5M)

FECHA:	HORA:
ACTIVIDAD:	OFICIO:
TIEMPO PRODUCTIVO:	OBSERVACION:
TIEMPO CONTRIBUTORIO:	OBSERVACION:
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO:	OBSERVACION:

Fuente: Elaboración Propia

Actividad: Concreto Premezclado (Vigas $f'c=280$ kg/cm²)

Las mediciones se realizaron mediante 01 prueba de los cinco minutos, en un tiempo estimado de 05 minutos.

Diagnóstico del proceso de estudio

Para esta muestra de concreto premezclado en vigas, se hizo la observación en un trabajador que es operario, dedicándole 114 segundos (38%-TNC) a la espera por llegada de mixer, obstrucción de tubería, diálogos, 96 segundos (32%-TC) en el acomodo de manguera de bomba, vibrado del concreto, toma de muestras y 90 segundos (30%-TP) en el vaceado de la mezcla en la viga.

Actividad: Encofrado y Desencofrado (Vigas 1° Nivel)

Las mediciones se realizaron mediante 01 prueba de los cinco minutos, en un tiempo estimado de 05 minutos.

Diagnóstico del proceso de estudio

Para esta muestra de encofrado y desencofrado (vigas 1° nivel), se hizo la observación en un trabajador que es operario, dedicándole 69 segundos (23%-TNC) a la espera por materiales, búsqueda de herramientas (martillo, clavos), desplazamientos innecesarios, 105 segundos (35%-TC) en el acarreo de madera,

medición con wincha, nivelación con nivel laser y 126 segundos (42%-TP) en el habilitado de fondos de viga, colocación de costados y clavado de barros.

Actividad: Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm² (Vigas)

Las mediciones se realizaron mediante 01 prueba de los cinco minutos, en un tiempo estimado de 05 minutos.

Diagnóstico del proceso de estudio

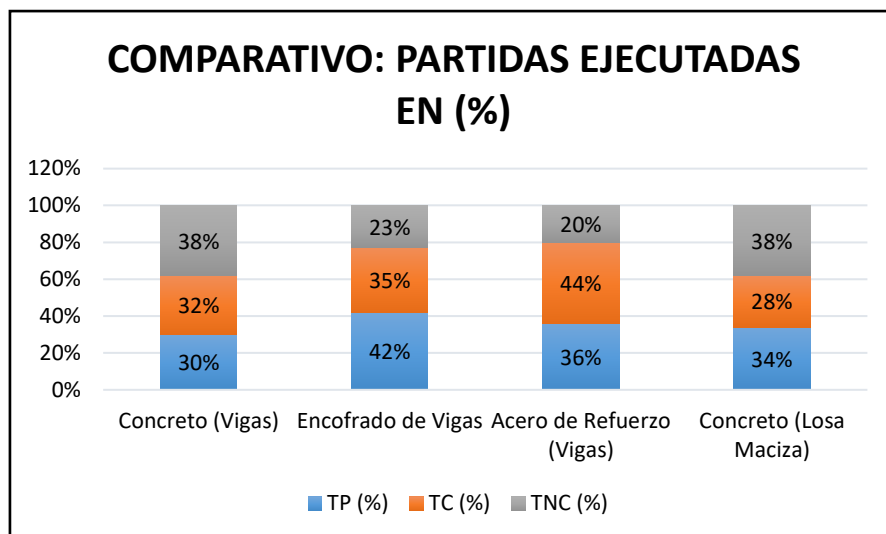
Para esta muestra de acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm² (vigas), se hizo la observación en un trabajador que es operario, dedicándole 60 segundos (20%-TNC) a la espera por materiales, fatiga del operario por corrección de acero mal colocado, 132 segundos (44%-TC) en el transporte de varillas al frente, medición, marcado de espaciamientos y 108 segundos (36%-TP) en la colocación de barras longitudinales, amarre de estribos y tortoleado.

Actividad: Concreto Premezclado en 1° nivel $f'_c=280$ kg/cm² tipo IP en losa maciza estructural

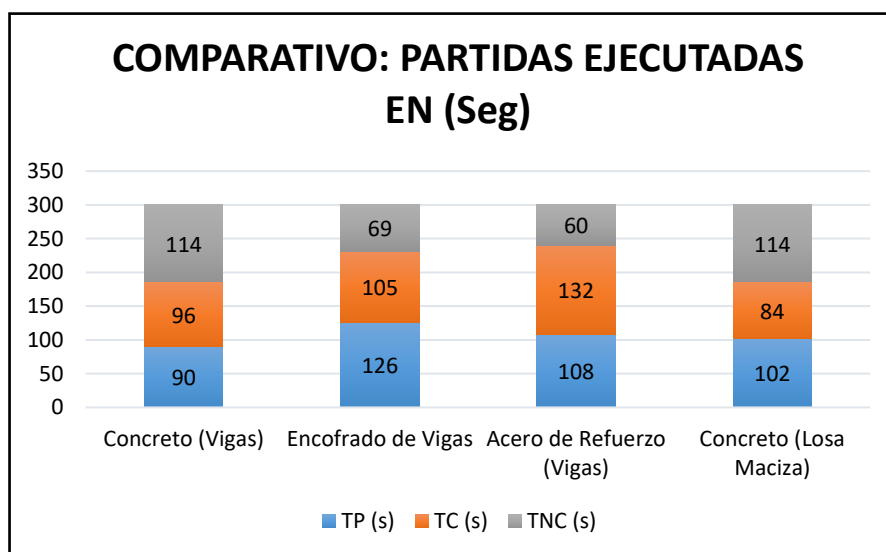
Las mediciones se realizaron mediante 01 prueba de los cinco minutos, en un tiempo estimado de 05 minutos.

Diagnóstico del proceso de estudio

Para esta muestra de concreto premezclado en 1° nivel $f'_c=280$ kg/cm² tipo IP en losa maciza estructural, se hizo la observación en un trabajador que es operario, dedicándole 114 segundos (38%-TNC) a la espera por la llegada del mixer, paradas por atasco de la bomba, tiempos muertos, 84 segundos (28%-TC) en el traslado de mangueras, limpieza de niveles, verificación de espesores y 102 segundos (34%-TP) en el extendido de concreto, vibrado profundo y nivelado con regla de aluminio.

Ilustración 10. Comparativo de partidas ejecutadas en (%)

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 11. Comparativo de partidas ejecutadas en (%)

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.6. Consolidado de Pérdida de Productividad

El consolidado final articula a tres metodologías de medición (Nivel General de Actividad, Carta Balance y Prueba de 5 minutos) para identificar con precisión donde y porque se está perdiendo dinero y tiempo en la obra.

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES

Actividad: Concreto premezclado (Vigas)

Tiempo Productivo = 35%

Tiempo Contributorio = 30%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 35%

Actividad: Encofrado y Desencofrado (Vigas)

Tiempo Productivo = 42%

Tiempo Contributorio = 28%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 30%

Actividad: Acero Corrugado $f_y=4200$ (Vigas)

Tiempo Productivo = 45%

Tiempo Contributorio = 25%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 30%

Actividad: Concreto en Losa Maciza $f'_c=280$ kg/cm²

Tiempo Productivo = 32%

Tiempo Contributorio = 33%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 35%

NIVEL DE CARTA BALANCE

Actividad: Concreto premezclado (Vigas)

Tiempo Productivo = 34%

Tiempo Contributorio = 31%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 35%

Actividad: Encofrado y Desencofrado (Vigas)

Tiempo Productivo = 42%

Tiempo Contributorio = 28%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 30%

Actividad: Acero Corrugado $f_y=4200$ (Vigas)

Tiempo Productivo = 45%

Tiempo Contributorio = 25%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 30%

Actividad: Concreto en Losa Maciza $f'_c=280$ kg/cm²

Tiempo Productivo = 32%

Tiempo Contributorio = 33%

Tiempo no Contributorio (TNC) = 35%

PRUEBA DE 5 MINUTOS**Actividad: Concreto premezclado (Vigas)**

Tiempo Productivo = 30% - 90 segundos

Tiempo Contributorio = 32% - 96 segundos

Tiempo no Contributorio (TNC) = 38% - 114 segundos

Actividad: Encofrado y Desencofrado (Vigas)

Tiempo Productivo = 42% - 126 segundos

Tiempo Contributorio = 35% - 105 segundos

Tiempo no Contributorio (TNC) = 23% - 69 segundos

Actividad: Acero Corrugado $f_y=4200$ (Vigas)

Tiempo Productivo = 36% - 108 segundos

Tiempo Contributorio = 44% - 132 segundos

Tiempo no Contributorio (TNC) = 20% - 60 segundos

Actividad: Concreto en Losa Maciza $f'_c=280$ kg/cm²

Tiempo Productivo = 34% - 102 segundos

Tiempo Contributorio = 28% 84 segundos

Tiempo no Contributorio (TNC) = 38% - 114 segundos

Al integrar todas las mediciones, en el diagnostico general del proceso de estudio, trans triangular los resultados, podemos resumirlo en tres pilares:

4.1.1.7. La brecha logística en el concreto

El diagnostico más severo recae en las partidas de concreto premezclado. Un TNC del 38-40% aproximadamente, indicando que la obra está diseñada para producir, pero el suministro no es constante, 114 segundos perdidos por cada ciclo de 5 minutos representan una ineficiencia estructural, no es un problema de rendimiento de personal, si no de gestión de proveedores.

4.1.1.8. El falso trabajo en el acero y encofrado

Aunque el TNC es menor en las partidas (20-22%) aproximadamente, el análisis del Trabajo contributorio (TC) en la Carta Balance revela que los operarios pasan casi el 44% de su tiempo transportando materiales o leyendo planos, se está pagando salario de operario por realizar labores de peón de transporte, lo que eleva el costo unitario de la partida.

4.1.1.9. Variabilidad y Falta de flujo

La diferencia entre los resultados del NGA (macro) y el P5M (micro) demuestra que la productividad es intermitente, la obra tiene picos de alta eficiencia que se ven anulados por largos periodos de inactividad forzada.

Estos valores representan la pérdida de productividad real en la ejecución del concreto armado, validando la hipótesis general que planteaba una perdida superior al 50% en la Provincia de Ilo.

PARA LA VARIABLE 2: (Y) = CONCRETO ARMADO EN UNA OBRA DE EDIFICACIÓN

4.1.1.10. Rendimientos

Se tomo el metrado avanzando en la jornada y se dividió entre las horas-hombre (HH) empleadas. Si observamos que el P5M detecto un 38% de TNC (por esperas del mixer), el rendimiento real será aproximadamente un 40% menor al de las tablas de CAPECO.

El rendimiento se calcula comparando el avance real frente a las horas-hombre (HH) consumidas, utilizando los datos de P5M, validamos el rendimiento real frente al rendimiento teórico (CAPECO/Presupuesto)

Tabla 8. Rendimiento Teórico contra Rendimiento Real

Partida	Rendimiento Teórico (Presupuesto)	Rendimiento Real (Estimado según TP 30-34%)	Desviación (Pérdida)
Concreto Vigas/Losa	10.00 m3/día	6.20 m3/día	-38%
Encofrado Vigas	12.00 m2/día	9.24 m2/día	-23%
Acero de Refuerzo	250.00 kg/día	200.00 kg/día	-20%

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.11. Programación

Se compara lo programado en el cronograma semanal contra lo ejecutado en las partidas de concreto. Las actividades no completadas se categorizan, gracias al diagnóstico de 114 segundos perdidos en el P5M, pudiendo sustentar que el incumplimiento de la programación se debe a fallas logísticas externas.

El flujo de concreto premezclado discontinuo en Ilo, genera que actividades programadas para 1 día se extiendan a 1.5 días.

4.1.1.12. Diagnóstico de Estudio del rendimiento y programación

Al cruzar la productividad con el rendimiento y programación, el diagnóstico técnico es:

Invisibilidad del costo, se asume que el presupuesto asume un Trabajo Productivo (TP) ideal, pero el análisis NCB demuestra que las cuadrillas en Ilo están sobredimensionadas para el ritmo de llegada del mixer, lo que genera un rendimiento aparente que oculta pérdidas económicas.

Saturación por trabajo contributivo (TC), en la partida de acero, el alto indicador de TC (44%) impacta negativamente en el rendimiento. El personal calificado gasta más tiempo en logística que en colocación, lo que altera la programación de la ruta crítica.

Además del cuello de botella logístico, los 114 segundos de TNC detectados en el P5M para concreto son la causa raíz de la caída del PPC. La programación no es poco realista, sino que es vulnerable a la variabilidad del proveedor externo.

4.1.1.13. Conclusión del desarrollo del proyecto

Se concluye que existe una correlación proporcional entre la Pérdida de Productividad (TNC) y el incumplimiento de los rendimientos y programación en la obra de edificación en Ilo.

Los resultados demuestran que el Trabajo No Contributivo (Promedio 31-40%) reduce el rendimiento real de la mano de obra en un margen similar, provocando que el costo unitario real sea superior al presupuestado.

Específicamente, los 114 segundos de inactividad por cada ciclo de 5 minutos en las partidas de concreto validan que la falla en la programación (PPC bajo) no es una deficiencia del personal operativo, si no una carencia de gestión logística y falta de planificación, lo que confirma la necesidad de adoptar la filosofía Lean Construction para estabilizar los flujos de producción en la Provincia de Ilo.

4.1.2. Validación del Diseño

Para la validación de la pérdida de productividad en las obras de edificaciones, se tabularon los datos obtenidos mediante las herramientas de medición (NGA, NCB y P5M).

4.1.2.1. Validación por convergencia

El diseño se valida mediante la triangulación, no depende de una sola herramienta, lo que elimina sesgos, cada metodología valida una escala distinta del proceso:

El NGA conocido como nivel macro, valida la eficiencia de toda la obra en periodos largos. Confirmando la tendencia general de la obra, si el NGA dice que hay un 35% de TNC, eso debe reflejarse en las otras pruebas.

El NCB conocido como nivel grupal, valida la interacción y sincronización de las cuadrillas. Explica el porqué del número anterior, validando si la pérdida es por falta de equilibrio entre el operario y el ayudante.

El P5M conocido como nivel micro, valida la intensidad de trabajo y el flujo en ciclos cortos. Aportando la precisión científica, al medir en segundos (114 seg.) de espera en concreto, validas de forma irrefutable que el flujo de producción es discontinuo.

4.1.2.2. Validación por la representatividad

Para que el diseño sea válido en la Provincia de Ilo, el muestreo cumplió con criterios estadísticos:

Por parte de la población, partidas críticas de concreto armado (vigas, columnas, losas)

Por parte de la muestra, se han tomado suficientes mediciones (observaciones aleatorias para NGA y ciclos repetitivos para P5M) para garantizar un nivel de confianza del 95% y un margen de error aceptable en ingeniería de construcción.

4.1.2.3. Validación de los instrumentos de confiabilidad

Mediante estandarización, utilizando formatos basados en la filosofía Lean Construction y autores referentes, adaptados a la realidad en las obras de edificaciones.

Con estabilidad, al aplicar el P5M en diferentes días para la misma partida, obteniendo resultados similares (38% TNC), lo que demuestra que el instrumento es confiable y que la medición no es fruto del azar.

4.1.2.4. Diagnóstico de la Validez Externa

El diseño metodológico se válida para el contexto local porque, se considera la logística específica de la provincia, el diseño permitió identificar que el TNC no es solo ocio, si no espera del mixer, un factor externo común en las obras de edificaciones en la Ciudad de Ilo.

Cumple con la Normativa Peruana, el diseño integra las exigencias de la E.060 y G.050, asegurando que las actividades de Trabajo Contributorio (como el control de calidad o seguridad) sean medidas correctamente y no se confundan con desperdicio.

4.1.2.5. Instrumentos de recolección de datos

La validación del diseño también depende de los instrumentos (formatos) utilizados:

Los formatos de campo, están basados en los estándares internacionales de Lean Construction Institute (LCI)

Por medio de juicio de expertos, estos formatos y la categorización de actividades (TP, TC Y TNC) han sido adaptados según la normativa peruana (RNE E.060 y G.050) y validados por la consistencia en los resultados obtenidos.

4.1.2.6. Conclusión de la Validación del Diseño

El diseño metodológico propuesto se considera válido y robusto, ya que permite identificar la pérdida de productividad desde tres dimensiones complementarias. La correlación encontrada entre el alto Trabajo No Contributorio (114 seg. en P5M) y la baja eficiencia en la Carta Balance durante el vaciado de concreto, confirma que los instrumentos diseñados son sensibles para detectar los cuellos de botella logísticos. Esta metodología proporciona una base científica sólida para proponer planes de mejora basados en la filosofía Lean.

4.2. ANÁLISIS DE IMPACTO, BENEFICIOS Y COMPARACIÓN CON CASOS SIMILARES

4.2.1. ANÁLISIS DE IMPACTO

Del impacto social, la implementación del modelo de mejora, basado en la eliminación de desperdicios (Lean) y la estandarización de la gestión del proceso de concreto armado, impactará positivamente en la calidad de vida laboral de los obreros al reducir el estrés asociado a la mala planificación y la variabilidad (Sánchez y Rosa, 2018). Se proyecta un aumento en la eficiencia del tiempo efectivo de trabajo, lo cual crea las condiciones necesarias para la potencial mejora de los incentivos y remuneraciones por rendimiento, beneficiando directamente a la fuerza laboral local (Castro y Tamayo, 2017).

Del impacto ambiental, la investigación generará una mejora ambiental significativa al atacar la fuente de la ineficiencia. Al reducir los defectos y los retrabajos en las partidas de concreto armado (Choo, 2018), se producirá una disminución cuantificable en la generación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), minimizando el impacto en los vertederos locales de Ilo.

Del impacto de la pérdida de productividad en la obra, no es solo temporal, si no financiero, al cruzar los indicadores **NGA**, **NCB** y **P5M**, el impacto se presenta de la siguiente manera:

4.2.1.1. Impacto en el Costo Directo

La partida de concreto presenta un TNC de 38%, esto significa que de cada S/. 1,000.00 invertidos en mano de obra para vaciado, S/. 380.00 se pierden en esperas no recuperables.

4.2.1.2. Impacto en la Ruta Critica

Al ser de concreto armado una actividad predecesora de los acabados, los retrasos detectados en la Programación (PPC del 65%) desplazan el término de la Obra, incrementando los Gastos Generales (sueldos de personal técnico, servicios y alquileres) de forma exponencial.

4.2.1.3. Impacto en la Calidad

Los tiempos de espera prolongados (114 seg. constantes) aumentan el riesgo de segregación del concreto o pérdida de trabajabilidad, lo que podría derivar en costos futuros por reparación de cangrejeras o fisuras.

4.2.1.4. Impacto en la Productividad

Se identifico que la principal causa de perdida, es la espera por materiales y los traslados excesivos, lo cual coincide con los antecedentes nacionales citados en Tacna y Barranca.

4.2.2. BENEFICIOS

4.2.2.1. Reducción del Trabajo Contributorio (TC)

En la partida de Acero, al pasar de un TC del 44% a un 25% (mediante pre-habilitado), se libera un 19% de tiempo que se convierte automáticamente en avance físico (TP), acelerando el armado de vigas.

4.2.2.2. Sincronización Logística

El mayor beneficio para las partidas de concreto seria la reducción de los 114 segundos de inactividad por ciclo. Esto se logra

mediante el Just-in-Time con el proveedor de premezclado, asegurando un flujo constante que elevaría el TP del 30% al 45%

4.2.2.3. Estabilidad del Flujo de Trabajo

La reducción de la variabilidad permite que los ingenieros y maestros de obra en Ilo realicen programaciones más confiables, aumentando el PPC y reduciendo el estrés operativo de la cuadrilla.

4.2.3. COMPARACIÓN CON CASOS SIMILARES

Tabla 9. Rendimiento Teórico contra Rendimiento Real

Estudio / Autor	Contexto	Hallazgo de Productividad (TP)	Comparación con la Tesis (Ilo, 2025)
Estudio Estándar (Botero & Álvarez)	Edificaciones en altura (Colombia/Perú).	35% - 40%	Tu resultado en Encofrado (42%) es superior al promedio, indicando buena destreza manual.
Investigaciones en Lima (Virgilio Ghio)	Obras masivas con concreto premezclado.	40% - 45%	Tu resultado en Concreto (30%) es inferior, validando que en Ilo existe un déficit logístico mayor que en la capital.
Casos Lean en Minería (Región Sur)	Proyectos con alta gestión logística.	50% +	Demuestra que, con control riguroso de flujos, es posible reducir el TNC a menos del 15%.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.1. Diagnóstico de Estudio en análisis de impacto, beneficios y comparación

El diagnóstico comparativo revela que la obra en sujeto de estudio, tiene un desempeño aceptable en actividades artesanales (encofrado), pero sufre una degradación competitiva en actividades

mecanizadas (concreto). Esto confirma nuestra hipótesis, sobre la pérdida de productividad está ligada a la gestión externa y no a la falta de habilidad del trabajador local.

4.2.3.2. Conclusión del análisis de impacto, beneficios y comparación

El análisis de impacto demuestra que la pérdida de productividad (38% TNC) genera un sobrecosto crítico en la mano de obra. Al comparar estos resultados con estándares nacionales, se concluye que mientras el rendimiento manual en Ilo es competitivo, la gestión de suministros es el factor que impide alcanzar los niveles de eficiencia de casos exitosos. La implementación de las mejores propuestas no solo reduciría los tiempos muertos en 114 segundos, si no que garantizaría la rentabilidad del proyecto frente a las fluctuaciones del mercado.

4.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y MEJORAS IDENTIFICADAS

4.3.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

4.3.1.1. Sesgo del Observador (Efecto Hawthorne)

Al realizar mediciones presenciales (especialmente en el P5M y la Carta Balance), el personal obrero tiende a modificar su comportamiento natural al sentirse observado, lo que podría haber inflado ligeramente el Trabajo Productivo (TP) respecto a una jornada sin supervisión.

4.3.1.2. Variabilidad climática y geográfica

Los datos están sujetos a las condiciones específicas de la Provincia de Ilo (humedad marina, vientos y accesos). Los resultados de pérdida de productividad en el concreto premezclado podrían variar en ciudades con mayor oferta de proveedores o mejores rutas de acceso.

4.3.1.3. Tamaño de la Muestra Operativa

Aunque se midieron las partidas críticas, el estudio se limita a una obra de edificación específica. La extrapolación a obras de infraestructura vial o gran minería requeriría ajustes en los indicadores de rendimiento.

4.3.1.4. Dependencia Tecnológica de terceros

La medición del TNC (38%) en el concreto está fuertemente ligada al desempeño del proveedor externo y el estado de su maquinaria (bomba y mixers), factor que escapa al control directo de la gestión interna de la obra analizada.

4.3.2. MEJORAS IDENTIFICADAS

Son propuestas basadas en datos, a partir del diagnóstico de los 114 segundos perdidos por ciclo y el alto Trabajo Contributorio (44%), se identifican las siguientes mejoras estratégicas:

4.3.2.1. Optimización del Flujo Logístico (Just-in-Time)

Implementa un protocolo de comunicación en tiempo real con la planta de concreto. Reduce los tiempos de espera del mixer para bajar el TNC del 38% al 15%. Esto permitiría que el concreto sea vaciado con su trabajabilidad óptima, mejorando el cumplimiento de la norma E.060.

4.3.2.2. Industrialización del Acero (Pre-habilitado)

Traslada el corte y doblado de acero de refuerzo a un taller externo o un banco de habilitado industrializado fuera del frente de trabajo. Reduce el TC del 44% al 20% en la partida de acero. Al entregar las piezas listas para el montaje (kit de armado), el operario se enfoca exclusivamente en el TP, acelerando la liberación del encofrado.

4.3.2.3. Gestión Visual y Orden (Metodología 5S)

Estandariza el almacenamiento de madera y accesorios de encofrado por dimensiones y tipos. Elimina los 69 segundos de búsqueda de herramientas y materiales detectados en el P5M de encofrado. Esto estabiliza el ritmo de trabajo y reduce la fatiga del personal.

4.3.2.4. Planificación Colaborativa (Last Planner System)

Utiliza los datos de Rendimiento Real obtenidos en esta investigación para alimentar los Lookahead Plannings de la Subregion de Ilo. Aumentando el PPC (Porcentaje de Plan Completado) del 65% a un 85% mínimo, reduciendo la incertidumbre en la programación de obra.

4.3.2.5. Diagnóstico de estudio de las limitaciones y mejoras identificadas

Las limitaciones identificadas subrayan la necesidad de una gestión de obra más proactiva y menos reactiva en la Provincia de Ilo. El diagnóstico de las Mejoras Identificadas demuestra que la solución a la pérdida de productividad no requiere de inversiones masivas en maquinaria, si no de una reingeniería de procesos basada en principios Lean. Al mitigar las debilidades logísticas externas y optimizar el trabajo contributorio interno, es posible transformar los 114 segundos de pérdida en tiempo de avance efectivo, garantizando la rentabilidad y el cumplimiento de los plazos contractuales.

4.4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA Y SU IMPLEMENTACIÓN

4.4.1. Descripción de la Solución Propuesta

La solución se basa en un modelo de Gestión de Flujos de Producción, cuyo objetivo es transformar el Tiempo no Contributorio (TNC) y el exceso de Trabajo Contributorio (TC) en Trabajo Productivo (TP)

4.4.2. Implementación del Last Planner System (LPS)

Para estabilizar la Programación (parte de la Variable 2), se propone el uso del sistema del Último Planificador. Esto permitirá que el PPC (Porcentaje de plan completado) suba del actual 65% a un nivel óptimo (>85%).

El lookahead planning (6 semanas), indentifica restricciones antes de que ocurran (especialmente la disponibilidad de mixers en Ilo).

Los análisis de causas raíz, sucede cada vez que una actividad no se cumpla, se analizara porque, evitando que los retrasos en vigas y losas se repitan.

4.4.2.1. Procedimiento de Aplicación de LPS

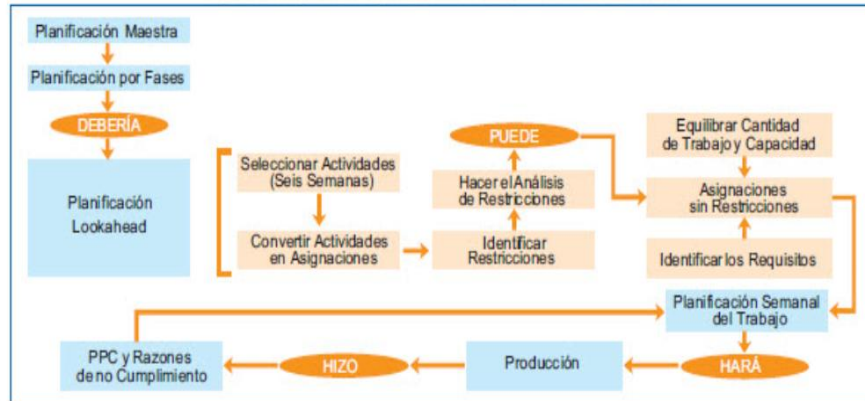
El las planner system se basa en cinco niveles de planificación, nos enfocaremos en tres niveles intermedios que estabilizan el flujo de concreto armado:

- Planificación intermedia (Lookahead)
Que se “debería” hacer en las próximas 4 a 6 semanas
- Análisis de restricciones
Liberar los obstáculos para que el trabajo sea “posible”
- Planificación semanal
Que se “hará” realmente (compromisos)
- Aprendizaje (PPC y causas de no cumplimiento)
Medir que se “hizo” y aprender de los errores.

Criterios a cumplir para el éxito

- Participación de los “Últimos Planificadores”, capataces y maestro de obra deben validar los tiempos.
- Definición de “actividad lista”, una actividad solo pasa al plan semanal si tiene cero restricciones.
- Sinceridad de rendimientos, usar los rendimientos reales hallados en la investigación (TP 30-42%) y no son teóricos.

Ilustración 12. Esquema de procedimiento de Sistema Last Planner



Fuente: www.motiva.com.pe

Ilustración 13. Programación Maestra de toda la obra

ACTIVIDAD	MESES							
	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.
Obras Provisionales	♦							
Movimientos de Tierras			S2					
Calzaduras			S2					
Cimentación			S2					
Muro de Contención			S2 S1					
Columnas y Placas			S2 S1 1P	2P 3P 4P	5P 6P 7P			
Vigas y Losas			S2 S1 1P	2P 3P 4P	5P 6P 7P			
Tabiquería					1P	S2 2P 3P	4P 5P	6P 7P
Tarrajeos						S1 1P 2P	3P 4P	5P 6P
Pisos					S2		1P 2P	3P 4P

Fuente: www.motiva.com.pe

4.4.2.2. Pasos para realizar el Lookahead Planning (4-6 semanas)

El objetivo es “limpiar” el camino para las partidas de vigas, acero y losas.

- Desglose de plan maestro, identificando las actividades del cronograma general que caen dentro de la ventana de 6 semanas.
- Definición de Actividades, desglosando partidas grandes en tareas ejecutables, como por ejemplo vaciado de vigas eje A-B.

- Identificación de interdependencias, haciéndose la pregunta ¿Necesito terminar el acero de vigas para empezar el encofrado de losa?
- Asignación de responsables, quien se encarga de que el recurso esté listo.

Ilustración 14. Ejemplo de Programación Lookahead de un proyecto

ACTIVIDAD	ENERO																																		
	SEM 11-01								SEM 11-02								SEM 11-03								SEM 11-04										
	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				
Columnas y Placas																																			
Fierro Columnas y Placas																																			
Encofrado Columnas y Placas																																			
Concreto Columnas y Placas																																			
Losas, Vigas y Escaleras																																			
Fierro Losas, Vigas y Escalera																																			
Encofrado Losas, Vigas y Escalera																																			
Ladrillo de Techo																																			
Concreto Losas, Vigas y Escalera																																			

Fuente: www.motiva.com.pe

4.4.3. Análisis de Restricciones

Este es el punto neurálgico para reducir el Trabajo no Contributorio (TNC). Una restricción es cualquier cosa que impida que una actividad se realice.

4.4.3.1. Pasos para realizar el Análisis de Restricciones

- Listado de restricciones, para cada actividad del lookahead, preguntar, ¿Qué falta? (materiales, mano de obra, equipos, información técnica, permisos, seguridad).
- Análisis de Impacto, ¿Qué pasa si el mixer no llega a tiempo? (relacionar con tus 114 segundos de pérdida)
- Acción mitigadora, definiendo la acción exacta para levantar la restricción, por ejemplo, confirmar programación de bomba 48 horas antes.
- Fecha de compromiso, fecha límite para que la restricción esta levantada.

4.4.4. Plan de trabajo semanal

Es el nivel mas bajo de planificación, donde se general los compromisos directos, a diferencia del lookahead, aquí solo se incluyen actividades que tienen cero restricciones

4.4.4.1. Pasos para realizar el plan semanal

- Sesión de Planificación, se realiza una reunión (máximo 30-60 min) al final de la semana previa (viernes o sábado) con los “Ultimos Planificadores” (operarios de acero, encofrado y concreto).
- Selección de actividades, se extraen del lookahead solo las tareas que ya fueron liberadas de restricciones.
- Definición de Unidades de Producción, se asignan metas diarias tangibles, por ejemplo, colocar 450 kg de acero en vigas del eje 4
- Verificación de Recursos, confirma que la cuadrilla este completa y los equipos (vibradora, winches) operativos.

Ilustración 15. Ejemplo de Programación semanal y análisis de restricciones.

ACTIVIDAD	ENERO					Und	Metrado	RESTRICCIONES						Liberado		
	Sem 11-03							Información	Actividad Precedentes	Espacio	Mano de obra	Material	Equipos		Condiciones Externas	
	17	18	19	20	21											22
Columnas y Placas																
Fierro Columnas y Placas						kg	4,000	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Encofrado Columnas y Placas						m ²	250	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Concreto Columnas y Placas						m ³	23	ok	ok	ok	ok	Falla agregados	ok	ok	No	
Losas, Vigas y Escaleras																
Fierro Losas, Vigas y Escalera						kg	2,900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Encofrado Losas, Vigas y Escalera						m ²	255	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Ladrillo de Techo						und	2,900	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Si
Concreto Losas, Vigas y Escalera						m ³	70	ok	ok	ok	ok	Falla agregados	ok	ok	No	

Fuente: www.motiva.com.pe

4.4.5. Porcentaje de Plan Completado (PPC)

El PPC es el indicador de confiabilidad del sistema, mide el flujo de trabajo y la estabilidad de la obra de edificaciones en la ciudad de Ilo, teniendo en cuenta lo siguiente para su cálculo:

$PPC = (\text{Numero de actividades completadas} / \text{Total de actividades programadas}) \times 100$

(Cumplió = 1, No cumplió = 0). No existen “cumplimientos parciales”.

4.4.5.1. Pasos para realizar el Porcentaje de Plan Completado (PPC)

- Cierre semanal, el último día de la semana se revisa el plan semanal
- Conteo de “SI”, se cuentan las tareas terminadas al 100% según lo prometido.
- Cálculo de Porcentaje, se aplica la formula (en tu diagnóstico inicial, estimamos un 65%, el objetivo con LPS es superar el 85%)

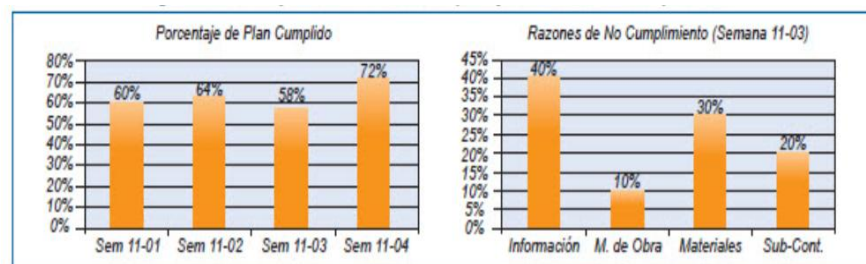
4.4.5.2. Análisis de Causas de No Cumplimiento (CNC)

Cuando una actividad no se cumple (el “NO” en el cuadro), se debe identificar la causa de raíz, esto es vital para nuestra investigación porque valida que la pérdida de productividad tiene nombres específicos.

4.4.5.3. Categorías comunes en nuestra investigación de estudio

- Logística, retraso del mixer (causa de los 114 segundos de TNC)
- Mano de obra, inasistencia o falta de cuadrilla
- Información, error en los planos de detalle.
- Clima, vientos fuertes, neblina, precipitaciones

Ilustración 16. Ejemplo de Porcentaje de Planificación Cumplida y Razones de No cumplimiento



Fuente: www.motiva.com.pe

4.4.6. Rediseño del Proceso de Acero (Industrialización)

Para reducir ese 44% de Trabajo Contributorio detectado con la Carta Balance (NCB), se propone la habilitación en banco externo.

- La solución es crear un “Kit de Armado” donde el acero llegue cortado y doblado al pie de la viga
- Una de las metas es reducir los 132 segundos de TC a menos de 70 segundos, permitiendo que el operario se dedique exclusivamente al montaje.

4.4.7. Sincronización del Flujo de Concreto (Just – in – Time)

Para atacar los 114 segundos de pérdida en el P5M, la solución propone un Protocolo de suministro sincronizado

- Establecer ventanas de tiempo exactas con el proveedor de concreto de la ciudad de Ilo y el uso de un vibrado de reserva, cuadrillas de relevo durante el almuerzo para no detener la bomba.

4.4.8. Plan de Implementación (Fases)

Para que la solución sea viable en una obra de edificación en Ilo, la implementación seguirá estas etapas:

Tabla 10. Etapas del Plan de Implementación

Fase	Actividad Clave	Objetivo Operativo
Fase 1: Capacitación	Talleres sobre TP, TC y TNC con capataces y operarios.	Alinear a la cuadrilla con los conceptos de "desperdicio".
Fase 2: Estabilización	Aplicación de las 5S en los almacenes de madera y acero.	Eliminar los tiempos de búsqueda (reducir TNC).
Fase 3: Ejecución Lean	Inicio del <i>Daily Huddle</i> (reuniones de 10 min al inicio del día).	Coordinar el frente de trabajo y liberar restricciones diarias.
Fase 4: Control	Re-aplicación del P5M y NGA cada 15 días.	Validar que la solución está reduciendo los tiempos muertos.

Fuente: Elaboración Propia

4.4.8.1. Beneficios Esperados de la Implementación

Al implementar esta solución en el concreto armado, los indicadores de nuestra investigación deberían mostrar la siguiente evolución:

- Reducción del TNC, bajar del 38% al 18% en las partidas de concreto (recuperando casi 1 minuto de productividad por cada ciclo de 5).
- Incremento del rendimiento, el rendimiento real de vigas y losas se acercará al presupuesto teórico, reduciendo el sobrecosto de mano de obra.
- Mejora en la Programación, un cronograma más predecible, reduciendo la variabilidad que hoy afecta en la entidad.

4.4.8.2. Diagnóstico de la Propuesta de Solución

La solución propuesta no requiere de una inversión de capital significativa, sino de un cambio en la cultura organizacional de la obra. Al atacar el Trabajo No Contributorio mediante el Last Planner System y la Industrialización del Acero, se logra estabilidad el flujo

de producción. El diagnóstico final indica que la implementación de estas herramientas permitiría recuperar los 114 segundos perdidos por ciclo en el vaciado, transformándolos en avance físico real y garantizando que el rendimiento y la programación (Variable 2) se cumplan según lo proyectado en el expediente técnico.

4.5. EVALUACIÓN DE COSTOS, SOSTENIBILIDAD Y VIABILIDAD A LARGO PLAZO

4.5.1. Evaluación de Costos (Análisis Costo – Beneficio)

En esta etapa, el objetivo es demostrar cuánto dinero se ahorra al reducir el trabajo no contributivo.

4.5.1.1. Inversión Inicial (Costo de Implementación)

- Capacitación del personal (Ingenieros, capataces y operarios) en metodologías Lean.
- Costo de horas – hombre para reuniones de planificación (Lookahead y Weekly plan).
- Implementación de gestión visual (paneles de control de PPC y restricciones en obra).

4.5.1.2. Ahorro Operativo (Beneficio)

- Reducción de HH perdidas, al bajar el TNC del 38% al 15% en concreto, recuperas el 23% del costo de la planilla de esa partida
- Optimización de Equipos, menor tiempo de alquiler de bombas de concreto y mezcladoras al eliminar las esperas.
- Eliminación de retrabajos, al tener planos liberados y acero pre – habilitado (reduciendo el TC del 44%), se evitan errores de armado que generan demoliciones o refuerzos costosos.

4.5.2. Sostenibilidad del Modelo

La sostenibilidad en la investigación no solo es ambiental, sino operativa y social

4.5.2.1. Sostenibilidad Económica

La reducción de desperdicios (tiempo y materiales) aumenta el margen de utilidad de la empresa constructora en la provincia de Ilo, permitiéndole ser más competitiva en futuras licitaciones con el Estado o el Sector Privado.

4.5.2.2. Sostenibilidad Social (Clima Laboral)

El uso de LPS reduce el estrés del trabajador, al haber un flujo de trabajo constante (sin los frenazos de 114 segundos), el personal se siente más productivo y se reducen los accidentes causados por la fatiga o la “prisa de último minuto” para recupera el tiempo perdido.

4.5.2.3. Sostenibilidad Ambiental

Menor desperdicio de concreto (por fraguado prematuro en esperas) y optimización del uso de acero, reduciendo la huella de carbono de la edificación.

4.5.3. Viabilidad a Largo Plazo

4.5.3.1. Institucionalización de procesos

La creación de una base de datos de Rendimientos Reales en la provincia de Ilo, los datos recolectados servirán para que en la entidad o empresas locales presupuesten de forma más precisa en el futuro.

4.5.3.2. Cultura de mejora continua (Kaizen)

Una vez que el personal experimenta los beneficios de una obra ordenada y sin “tiempos muertos”, la resistencia al cambio disminuye, facilitando la adopción de nuevas tecnologías como BIM o VDC.

4.5.3.3. Escalabilidad

El modelo probado en vigas y losas es escalable a columnas, cimentaciones y acabados, creando un estándar de gestión de proyectos para la Región Moquegua.

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según Rojas (2023), en su investigación denominada “Aplicación de conceptos lean construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de surco 2021”, menciona en sus resultados y conclusiones sobre el diagnóstico de la obra, utilizando herramientas de filosofía Lean “Nivel General de Actividades” para medir los TP, TC y TNC, se obtuvo los siguientes promedios un TP de 39.96%, TC de 36.46% y un TNC de 23.57%. Se determinó que con solo implementar el uso de herramientas de planificación y control de la filosofía Lean construction en la obra en las diferentes partidas, se vio una pérdida de productividad teniendo como promedios de TP 38.50%, TC 29%, TNC 32.50%. Si gestionamos la aplicación de algunos trabajos contributivos (TC), se disminuirá o eliminará algunos trabajos no contributivos (TNC) utilizando LPS, podríamos llegar a niveles elevados de productividad por encima del TP 50%, TC 35% Y TNC 15%, en próximos proyectos de investigación.

Este trabajo de investigación, de los resultados obtenidos mediante la utilización de las técnicas de Lean construction como el nivel general de actividad en la obra, donde se realizó un muestreo de trabajo de las partidas mostradas en ejecución para medir los tres tipos de trabajo, se observa que nuestra investigación presenta un TNC 10% mayor al del autor, mientras que el autor atribuye su 23.57% de pérdida a interferencias administrativas, en nuestro caso se centra en que el 32.50% de inactividad es un “ocio forzado” por la intermitencia del suministro, esto valida que la productividad en provincias es significativamente menor a la de la capital debido a deficiencias en cadena de suministro.

Según Crespo (2022) realizó la investigación denominada “Metodología lean construction y su incidencia en la ejecución de proyectos de una empresa constructora, Huanuco 2022”, menciona en sus resultados y conclusiones sobre el diagnóstico de la obra, utilizando herramientas de filosofía Lean “Nivel Carta Balance” para medir los TP, TC y TNC, se obtuvo los siguientes promedios un TP de 38%, TC de 32% y un TNC de 30%. Se determinó que con solo implementar el uso de herramientas de planificación y control de la filosofía Lean construction en la obra en las diferentes partidas, se vio una pérdida de productividad teniendo como promedios de TP 30%, TC 44%, TNC 25%. Si gestionamos la aplicación de

algunos trabajos contributivos (TC), se disminuirá o eliminará algunos trabajos contributivos (TC) utilizando LPS y Lookahead, podríamos llegar a niveles elevados de productividad por encima del TP 30%, TC 44% Y TNC 25%, en próximos proyectos de investigación.

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación, de los resultados obtenidos mediante la utilización de las técnicas de Lean construction como el nivel carta balance en la obra, donde se identificó una discrepancia crítica de nuestra investigación TC 44% supera por 12% de lo reportado por el autor, el autor sugiere que el TC se debe a la falta de supervisión; sin embargo, nuestra investigación demuestra que en la ciudad de Ilo el TC se dispara por el “acarreo excesivo” y “habilitado en sitio”, esto refuta parcialmente la teoría del autor para el contexto de la ciudad de Ilo, sugiriendo que el problema no es personal, si no el diseño del proceso logístico.

Cavero (2022) realizó la investigación denominada “Lean construction en la mejora de la ejecución de obras en la empresa Proyectos Construcciones & Servicios D’Vara S.A.C., Barranca 2022”, menciona en sus resultados y conclusiones sobre el diagnóstico de la obra, utilizando herramientas de filosofía Lean “Prueba de 5 minutos” para medir los TP, TC y TNC, se obtuvo los siguientes promedios un TP de 45%, TC de 25% y un TNC de 30% (equivalente a 90 segundos perdidos por ciclo). Se determinó que con solo implementar el uso de herramientas de planificación y control de la filosofía Lean construction en la obra en las diferentes partidas, se vio una pérdida de productividad teniendo como promedios de TP 30%, TC 32%, TNC 38% (siendo equivalente a 114 segundos). Si gestionamos la aplicación de algunos trabajos no contributivos (TNC), se disminuirá o eliminará algunos trabajos no contributivos (TNC) utilizando LPS y Lookahead, podríamos llegar a niveles elevados de productividad por encima del TP 30%, TC 44% Y TNC 25%, en próximos proyectos de investigación.

En las actividades investigadas en el presente proyecto de investigación, de los resultados obtenidos mediante la utilización de las técnicas de Lean construction como la prueba de 5 minutos en la obra, donde según el análisis con el P5M revela una pérdida de 114 segundos frente a los 90 segundos que reporta el autor, esta diferencia de 24 segundos adicionales a la inactividad por cada ciclo de 5 minutos, es la evidencia científica de la

“espera crítica” en la entidad. Mientras el autor propone incentivos laborales para reducir el TNC, nuestra investigación propone una reingeniería de la programación, ya que la pérdida es logística y no motivacional.

Albarracin y Molero (2020) realizó la investigación denominada “Propuesta de mejora utilizando las herramientas lean construction para controlar la productividad en la ejecución de obras de edificación, en la provincia de Tacna, 2019”, menciona en sus resultados y conclusiones sobre el diagnóstico de la obra, utilizando herramientas de filosofía Lean “LPS” para medir el PPC, se obtuvo el siguiente PPC de 82%. Se determinó que con solo implementar el uso de herramientas de planificación y control de la filosofía Lean construction en la obra en las diferentes partidas, se vio una pérdida de productividad teniendo como promedios de PPC de 65%.

En el caso del estudio de la investigación en el presente proyecto de investigación, los resultados obtenidos mediante la utilización de las técnicas de Lean construction como “LPS” en la obra, donde según el análisis del PPC es de 65% válido para la investigación enfocada en la variable 2, la programación en concreto armado es inestable. Al contrastar nuestra investigación, concluyendo así que para alcanzar el 8% de éxito que ellos reportan, es imperativo eliminar los 114 segundos de TNC identificados, alineando nuestra propuesta de solución con los beneficios demostrados por estos investigadores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

PRIMERA SOBRE LA HIPÓTESIS GENERAL

Se acepta la hipótesis general, concluyendo que la Pérdida de Productividad en el concreto armado de una obra de edificación en la Provincia de Ilo, es significativa, alcanzando un 38% de tiempo no aprovechado. Los datos obtenidos mediante el NGA, NCB y P5M demuestran que esta pérdida impacta negativamente en la eficiencia, validando que el modelo de gestión actual no logra controlar la variabilidad de los procesos críticos.

SEGUNDA SOBRE LA HIPÓTESIS ESPECIFICA DEL TRABAJO PRODUCTIVO (TP)

Se acepta la hipótesis específica, determinando que el Trabajo Productivo (TP) es deficiente, situándose en un rango del 32% a 35%. Este resultado confirma que menos de la mitad de la jornada laboral se traduce en avance físico real, debido a que las actividades de conversión se ven interrumpidas por una planificación reactiva.

TERCERA SOBRE LA HIPÓTESIS ESPECIFICA DEL TRABAJO CONTIBUTORIO (TC)

Se rechaza parcialmente la hipótesis específica que planteaba un TC mayor al 50%, ya que los resultados de la Carta Balance (NCB) arrojaron un 44%. Sin embargo, aunque no supero el 50%, este valor se considera críticamente alto, concluyendo que casi la mitad del esfuerzo de la cuadrilla se diluye en tareas de soporte como acarreo y lectura de planos, restando competitividad a la mano de obra en Ilo.

CUARTA SOBRE LA HIPÓTESIS ESPECIFICA DEL TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)

Se acepta la hipótesis específica, concluyendo que el Trabajo no Contributorio (TNC) es elevado, registrando un 38% en promedio. La Prueba de 5 minutos (P5M) fue fundamental para identificar que

está perdida se concentra en 114 segundos de inactividad por ciclo, validando que la ineficiencia está ligada a esperas forzadas por fallas en el suministro logístico de concreto armado.

RECOMENDACIONES

PRIMERA RECOMENDACIÓN

Plantear la reevaluación de estándares de rendimiento en las obras de edificaciones en la Provincia de Ilo, se recomienda a las futuras investigaciones utilizar los datos de esta tesis para proponer una actualización de los Análisis de Precios Unitarios (APU) en las entidades públicas en la Provincia de Ilo. Es necesario ajustar los rendimientos teóricos a la realidad medida en campo, considerando el factor de pérdida del 38% identificado para evitar presupuestos deficitarios.

SEGUNDA RECOMENDACIÓN

Realizar la implementación de un Modelo de Gestión de Restricciones, se sugiere profundizar en el estudio del Análisis de Restricciones como fase preventiva. Para futuros estudios podrían enfocarse exclusivamente en como el levantamiento anticipado de restricciones logística reduce los 114 segundos de TNC, permitiendo que las actividades de concreto armado fluyan sin interrupciones externas.

TERCERA RECOMENDACIÓN

Aplicar un estudio comparativo de Métodos de Habilitado de acero, dado que el TC alcanzo un 44% en la partida de acero, se recomienda realizar una investigación comparativa entre el habilitado in situ (tradicional) y el uso de acero dimensionado (industrializado). Esto permitiría validar cuanto de este trabajo contributivo puede transformarse en productivo mediante el cambio de procesos.

CUARTA RECOMENDACIÓN

El impacto de la Filosofía Lean en la confiabilidad de la programación, se recomienda desarrollar investigaciones que midan el impacto del Last Planner System (LPS) durante todo el ciclo de vida de una obra de edificación en la Provincia de Ilo. El objetivo seria

determinar si una mejora sostenida en el PPC (llevándolo del 65% al 85%) reduce proporcionalmente los costos generales y mejora la rentabilidad final del constructor.

REFERENCIAS

- Albarracin, L. y Molero, N. (2020). *Propuesta de mejora utilizando las herramientas lean construction para controlar la productividad en la ejecución de obras de edificación, en la provincia de tacna, 2019.* Tacna – Perú: [tesis para obtención de maestro Universidad Privada de Tacna.]
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/1460>
- Alcocer Gainza, A. J., & Aguilar Ramos, J. (2021). *Integración de las metodologías PMBOK y lean construction para la mejora de la productividad en la ejecución de partidas de concreto armado del proyecto Edificio San Luis ejecutado por Jarco Construcciones Generales S.A.C.* [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorio.upc.edu.pe/handle/11354/3394>
- Castro, E. R., y Tamayo, E. E. (2017). *Modelo de mejora de la productividad de la mano de obra en las partidas de acero, concreto y encofrado en proyectos de edificaciones multifamiliares mediante la aplicación de herramientas del lean construction* [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<http://hdl.handle.net/10757/660410>
- Cavero, J. (2022). *Lean construction en la mejora de la ejecución de obras en la empresa Proyectos Construcciones & Servicios D'Vara S.A.C., Barranca 2022.* Lima – Perú: [tesis para obtención de maestro Universidad Cesar Vallejo.]
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/98520>
- Crespo, B. (2022). *Metodología lean construction y su incidencia en la ejecución de proyectos de una empresa constructora, Huanuco 2022.* Lima – Perú: [tesis de obtención de maestro Universidad Cesar Vallejo.]
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/99736>
- Choo, Y. C. (2018). *The Concept of Productivity Loss in Construction.* *Construction Engineering and Management Journal*, 45(2), 120-135.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001479](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001479)

- Gómez, A., y Morales, D. C. (2016). *Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra*. *Revista de Ingeniería Civil*, 8(1), 50-68.
<https://doi.org/10.22430/22565485.441>
- Pinto, S. (2010). *Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en proyectos de construcción, 2010*. Santiago – Chile: [tesis para obtención de maestro Pontificia Universidad Católica de Chile.]
<https://doi.org/10.7764/tesisUC/ING/1856>
- Rendón, C. A., y Latorre, M. C. (2010). *Estudio de tiempos y movimientos y balance de línea para incrementar la productividad en una planta de manufactura*. [Tesis de Maestría, Universidad EAFIT].
<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/109>
- RNE. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones (D.S. N° 011-2006-VIVIENDA)*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú.
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/225626-ds-011-2006-vivienda>
- Riquelme Belmar, D. (2020). *Diseño de un plan de reducción de costos del sistema constructivo de hormigón armado del área de obra gruesa en la empresa DRB Constructora Spa*. [Tesis de Grado, Universidad del San Sebastian].
<https://repositorio.ubiobio.cl/handle/123456789/4144>
- Rojas, J. (2022). *Aplicación de conceptos lean construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de surco 2021*. Lima – Perú: [tesis de obtención de título profesional Universidad Nacional Federico Villarreal].
<https://hdl.handle.net/20.500.13084/6828>
- Sánchez, A. S., y Rosa, D. D. (2015). *Implementación del sistema de lean construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas*. [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<http://hdl.handle.net/10757/566982>

- Silva, J. M. (2023). *Evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean Construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares*. [Tesis de Grado, Universidad Peruana los Andes].
<https://hdl.handle.net/20.500.12848/6120>
- Suárez Villegas, C. M. (2019). *Identificación y soluciones de las causas del bajo rendimiento de la mano de obra calificada en partidas de concreto armado de edificaciones preparadas in situ en la...* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/11120>
- Del Solar, R., y Rojas, F. J. (2020). *Evaluación de la productividad en obras de concreto armado en Chile: un enfoque desde la gestión de proyectos* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile].
- Tercero, J. (2010). *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción, 2011*. Bogotá – Colombia: [tesis para obtención de maestro Universidad Nacional de Colombia.]
<https://doi.org/10.7764/tesisUC/ING/1856>
- Vargas, J. S., y Botero, L. F. (2018). *Análisis de los factores que inciden en la productividad de la mano de obra en obras de edificación en Colombia* [Tesis de pregrado, Universidad EAFIT].
- Llerena, C. A., y Cárdenas, M. A. (2019). *Metodología para la mejora de la productividad en la construcción de estructuras de concreto armado utilizando la filosofía Lean Construction en Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]
- Wong, K. F., y Love, P. W. (2009). Factors affecting labor productivity in reinforced concrete construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(6), 461–472.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000078](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000078)
- Ng, S. K., Lee, Y. H., & Chin, Y. C. (2015). Impact of rework on productivity in reinforced concrete frame construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(12), 04015041.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000845](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000845)
- Al-Samarraie, J. S. P., & Al-Jamel, R. (2017). Lean Construction implementation in reinforced concrete structures: A case study

approach. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(2), 221–239.

<https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2016-0118>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD EN EL CONCRETO ARMADO DE UNA OBRA DE EDIFICACIÓN EN LA PROVINCIA DE ILO - 2025”					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cómo evaluar la pérdida de productividad en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025?	Determinar la pérdida de productividad en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025	La pérdida de productividad en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo – 2025 es mayor al 50 %	VARIABLE 1: (X) = Pérdida de Productividad	Nivel general de actividad de obra	Tipo de Investigación El tipo de investigación es Aplicada, donde se trabaja sobre la realidad de los hechos y sus características esenciales. Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del fenómeno de estudio, el objetivo no solo es la recolección de datos, si no que con ello formular un plan.
				Nivel de carta de balance de cuadrilla	Nivel de investigación Sera propositiva, el cual tiene como objetivo final realizar una propuesta para mejorar los procesos mediante la implementación de los formatos Lean Construction. Descriptiva relacional (causa y efecto).
				Prueba de los cinco minutos	Ámbito y tiempo social Del ámbito social, será trabajos ejecutados en la ejecución de obras de edificaciones, en la Provincia de Ilo. Del tiempo social, corresponde al año 2025 y 2026, durante los meses de octubre a abril del próximo año.

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	INDICADORES	Población de estudio
¿Cuánto es el trabajo productivo en la ejecución de concreto armado en una obra de edificación en la provincia de Ilo - 2025?	Determinar el trabajo productivo en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025	El trabajo productivo en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo – 2025 es mayor al 50 %	VARIABLE 2: (Y) = Concreto armado en una obra de edificación	Rendimientos	Para la presente investigación la población, está conformada por 25 profesionales entre ingenieros, arquitectos y asistentes técnicos que se desempeñan en el ámbito de la construcción en las diferentes obras de edificaciones en la Provincia de Ilo. La población o universo es el conjunto de los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (Hernández, et al 2006 p. 239).
					Muestra
¿Cuánto es el trabajo contributorio en la ejecución de concreto armado en una obra de edificación en la provincia de Ilo - 2025?	Determinar el trabajo contributorio en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025	El trabajo contributorio en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo – 2025 es mayor al 50 %		Programación	Para la presente investigación la población, está conformada por 25 profesionales entre ingenieros, arquitectos y asistentes técnicos que se desempeñan en el ámbito de la construcción en las instalaciones de la Subregión de Ilo.
					Técnicas de recolección de los datos
					Para medir la productividad en la ejecución de obras de edificaciones en la subregión de Ilo, se tomará datos y se utilizará para la recolección de datos en campo: • NGA • NCB

					<ul style="list-style-type: none"> • P5M • Costos y presupuestos • Estadísticas y gráficos de barras
¿Cuánto es el trabajo no contributivo en la ejecución de concreto armado en una obra de edificación en la provincia de Ilo - 2025?	Determinar el trabajo no contributivo en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo - 2025	El trabajo no contributivo en concreto armado en una obra de edificación en la Provincia de Ilo – 2025 es menor al 30%			<p>Instrumentos de recolección de datos</p> <p>Se utilizarán encuestas, cuestionarios y páginas web con fácil acceso.</p>

PANEL FOTOGRÁFICO





