



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrada en el Asiento N° 400116 de la Partida N° 11000316, Pecesora jurídica de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - S.R.P.*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA PROGRAMA
ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GESTION DE
PROYECTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL
PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA I.E. N° 0292, TABALOSOS -
LAMAS - SAN MARTIN; 2021”**

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

ASESOR:

ING. ANDRES PINEDO DELGADO, MG

AUTORES:

MONICA NERY VASQUEZ GUERRA

ROLMER CARDENAS CASTILLO

Tarapoto – San Martín - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, por darme fuerzas para continuar con mis metas trazadas.

A mis padres: Geiner Vásquez Alvan y Jany Guerra Del Águila, por haberme brindado su apoyo incondicional durante todos estos años, para el cumplimiento de mis objetivos que significan mucho para mí.

Mónica Nery Vásquez Guerra.

A Dios por brindarme vida y salud de esta manera poder alcanzar mis metas, a pesar de las dificultades que se presentan en la vida me dio las fuerzas necesarias para afrontarlo.

A mis padres por motivarme día a día y su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y así poder cristalizar mis sueños y ser un gran profesional.

Rolmer Cárdenas Castillo

AGRADECIMIENTO

A Dios: Por ser el que nos brinda la oportunidad de seguir viviendo y creciendo en este mundo lleno de odio y egoísmo, para ser mejores y superar los obstáculos que hay en este camino.

A mis padres: Porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante y a no rendirme.

A las autoridades de la Universidad Científica del Perú, por brindarnos las facilidades para lograr alcanzar la ansiada carrera profesional.

Así mismo, a mi asesor por el tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración y desarrollo de la presente tesis.

Finalmente, a las personas que de una u otra forma contribuyeron en este camino del éxito profesional.

Mónica Nery Vásquez Guerra.

Agradecemos a nuestra familia que han sido nuestro apoyo más sólido y paciente, por su amor y por estar pendientes de nosotros.

Al Ing. Mg. ANDRES PINEDO DELGADO por su asesoramiento a lo largo del desarrollo del presente proyecto.

A todas las personas que de una u otra manera han contribuido para para el desarrollo del proyecto.

A nuestra casa de estudios Universidad Científica del Perú por permitirnos en sus aulas culminar la carrera profesional de ingeniería civil.

A los docentes de la carrera profesional de ingeniería civil, por sus enseñanzas y entrega total.

Rolmer Cárdenas Castillo

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

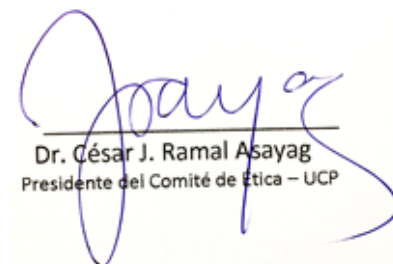
La Tesis titulada:

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GESTION DE PROYECTOS PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA I.E.
N° 0292, TABALOSOS - LAMAS - SAN MARTIN; 2021”**

De los alumnos: **MÓNICA NERY VÁSQUEZ GUERRA Y ROLMER CÁRDENAS
CASTILLO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **7% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 05 de Enero del 2022.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_MONICAVASQUEZ_ROLMERCARDENAS_V1.pdf (D123753935)
Submitted	2021-12-28T16:08:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	7%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Universidad Científica del Perú /

UCP_INGENIERÍACIVIL_2020_TESIS_DANIELDELGADO_LUCYJULCA_V1.pdf

SA

Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2020_TESIS_DANIELDELGADO_LUCYJULCA_V1.pdf
(D75624866)

Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe

Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

 16

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 221-2021-UCP-FCEI del 26 de abril de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, Mg. | Miembro |
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Andrés Pinedo Delgado, Mg.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas del día 27 de enero del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis “**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA I.E. N° 0292, TABALOSOS - LAMAS - SAN MARTIN; 2021**”.

Presentado por los sustentantes:

MONICA NERY VASQUEZ GUERRA y ROLMER CARDENAS CASTILLO

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (CON LA NOTA DE QUINCE)**

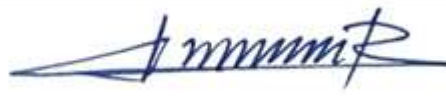
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc.
Presidente



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, Mg.
Miembro



Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc.
Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 27 de enero de 2022, a las 20:00 horas




Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc.
Presidente del Jurado Evaluador



Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO Mg.
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. CALEB RIOS VARGAS, M. Sc
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. ANDRES PINEDO DELGADO, Mg.
Asesor

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
HOJA DE APROBACIÓN.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8
RESUMEN	9
PALABRAS CLAVE	9
ABSTRACT.....	10
KEYWORDS	10
CAPITULO I: MARCO TEORICO	11
1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	11
1.1.1. Ámbito Internacional.....	11
1.1.2. Ámbito Nacional	13
1.1.3. Ámbito Local.....	18
En el ámbito local podemos abordar la siguiente investigación:.....	18
1.2. BASES TEÓRICAS.....	18
1.3. DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS.....	24
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	31
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	32
2.2.1. Problema General.....	32
2.2.2. Problemas Específicos	32
2.3. OBJETIVOS.....	32
2.3.1. Objetivo general	32
2.3.2. Objetivos específicos.....	32
2.4. HIPÓTESIS.....	33
2.4.1. Hipótesis general.....	33
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	33
2.5. VARIABLES	33
2.5.1. Identificación de Variables.....	33
2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables	33
2.5.3. Operacionalización de las Variables.....	34

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	35
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	35
3.1.1. Tipo de Investigación.....	35
3.1.2. Diseño de Investigación.....	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.2.1. Población.....	35
3.2.2. Muestra.....	35
3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	36
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos	36
3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos	37
3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	37
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA	38
3.5.1. Last Planner	38
3.5.2. Planificación Lookahead.....	38
3.5.3. Determinación de Partidas Restrictivas	45
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	50
4.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	50
4.1.1. Aplicación de la Herramienta Last Planner.....	56
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
5.1.1. Factibilidad de Implementación	73
5.1.2. Mejora de la Productividad	76
5.1.3. Mejora de la Productividad de la Mano de Obra.....	78
5.2. CONCLUSIONES	80
5.3. RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	84

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Tabla N° 01: Desperdicios en la construcción	23
Tabla N° 02: Lean Construction Vs formas convencionales de Gestión de Proyectos ...	24
Tabla N° 03: Tipos de pérdidas definidos para la aplicación de la filosofía “Lean”.....	26
Tabla N° 04: Definición Conceptual y Operacional de las Variables	33
Tabla N° 05: Operacionalización de variables	34
Tabla N° 06: Procedimiento de Recolección de Datos	37
Tabla N° 07: Procedimiento de Procesamiento, Análisis e Interpretación de datos	38
Tabla N° 08: Análisis de Restricciones	43
Tabla N° 09: Ejemplo del Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)	45
Tabla N° 10: Metas físicas de las edificaciones proyectadas	51
Tabla N° 11: Metas físicas de las obras exteriores	52
Tabla N° 12: Partidas de concreto armado analizadas	56
Tabla N° 13: Actividades Completadas (PAC) – Causas de Incumplimiento Semana 1..	59
Tabla N° 14: Actividades Completadas (PAC) – Causas de Incumplimiento Semana 2..	59
Tabla N° 15: Actividades Completadas (PAC) – Causas de Incumplimiento Semana 3..	60
Tabla N° 16: Actividades Completadas (PAC) – Causas de Incumplimiento Semana 4..	60
Tabla N° 17: Actividades Completadas (PAC) – Causas de Incumplimiento Semana 5..	60
Tabla N° 18: Actividades Completadas (PAC) – Causas de Incumplimiento Semana 6..	61
Tabla N° 19: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 1	61
Tabla N° 20: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 2	62
Tabla N° 21: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 3	62
Tabla N° 22: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 4	62
Tabla N° 23: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 5	63
Tabla N° 24: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 6	63
Tabla N° 25: Ficha para la Identificación de las Pérdidas más Frecuentes	64
Tabla N° 26: Ficha para la identificación de las causas de pérdidas	65
Tabla N° 27: Análisis de Restricciones	67
Tabla N° 28: Formato para Toma de Tiempo - Nivel de Actividad	68
Tabla N° 29: Promedio de Productividad	72
Tabla N° 30: Inversión Requerida para la Implementación de la Filosofía Lean Construction en la Empresa Constructora	76
Tabla N° 31: Comparativo de Productividad de la Mano de Obra	78
Tabla N° 32: Principales Perdidas en el Caso de Estudio	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N° 01: Clasificación de Actividades en un Proceso de Producción según Lean Production	20
Grafico N° 02: Tiempos que forman parte del ciclo del proceso completo	21
Grafico N° 03: Fuentes de Perdidas	28
Grafico N° 04: Proceso Lookahead para periodo de 6 semanas	40
Grafico N° 05: Esquema del terreno donde se ejecuta la obra	50
Grafico N° 06: Diseño Arquitectónico de la I.E N°0292 – Primer Nivel	52
Grafico N° 07: Diseño Arquitectónico de la I.E N°0292–Segundo Nivel	53
Grafico N° 08: Diseño Arquitectónico de la Edificación N° 02 de la obra estudiada – distribución en planta	54
Grafico N° 09: Diseño Arquitectónico de la Edificación N° 02 de la obra estudiada – Elevaciones	55
Grafico N° 10: Plan Maestro - Cronograma Inicial	58
Grafico N° 11: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)	63
Grafico N° 12: Histograma de Relevancia de Fuentes de Perdidas	66
Grafico N° 13: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo del Grupo de Partidas de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	69
Grafico N° 14: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo del Grupo de Partidas de Acero de Refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$	70
Grafico N° 15: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo del Grupo de Partidas de Encofrado y Desencofrado.....	71
Grafico N° 16: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo Consolidado	72
Grafico N° 17: Productividad de la Mano de Obra Consolidado	72
Grafico N° 18: Comparativo de Productividad de Mano de Obra	78

RESUMEN

Los problemas más recurrentes en la etapa de ejecución contractual de una obra en nuestro país están directamente vinculados a retrasos y sobrecostos originados por una inadecuada planificación durante la fase de pre inversión, elaboración de los estudios definitivos y en la etapa de ejecución por una ausente o inadecuada gestión del proyecto mismo.

Las empresas dedicadas al rubro de la construcción dependen del ritmo de la inversión ya sea pública o privada, en el Perú en los últimos años se han destinado grandes cuantías de inversiones al sector construcción es por ello que es necesario que las entidades públicas y privadas que ejecutan obras consigan alcanzar un alto índice de productividad sin retrasos, sobrecostos, con la calidad requerida y sin desperdicios.

El presente estudio de investigación tiene la finalidad de promover la implementación de herramientas de gestión de proyectos basados en la Filosofía del Lean Construction, para mejorar los índices de productividad en la ejecución de obras mediante una metodología ágil y de fácil uso con la finalidad de mejorar el performance de la mano de obra en partidas de concreto armado de una obra de construcción.

PALABRAS CLAVE

Productividad, Gestión de Proyectos, Inversiones, Construcción sin perdidas.

ABSTRACT

The most recurring problems in the contractual execution stage of a work in our country are directly linked to delays and cost overruns caused by inadequate planning during the pre-investment phase, preparation of the final studies and in the execution stage due to an absent or inadequate management of the project itself.

Companies dedicated to the construction sector depend on the rate of investment, whether public or private, in Peru in recent years large amounts of investment have been allocated to the construction sector, which is why it is necessary for public and private entities to executing works achieve a high productivity index without delays, cost overruns, with the required quality and without waste.

El presente estudio de investigación tiene la finalidad de promover la implementación de herramientas de gestión de proyectos basados en la Filosofía del Lean Construction, para mejorar los índices de productividad en la ejecución de obras mediante una metodología ágil y de fácil uso con la finalidad de mejorar el performance de la mano de obra en partidas de concreto armado de una obra de construcción.

KEYWORDS

Productivity, Project Management, Investments, Lossless construction.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En esta sección se presentan antecedentes relacionados al estudio propuesto, realizadas mediante investigaciones realizadas previamente en el ámbito internacional, nacional y local.

1.1.1. Ámbito Internacional

En 1992 Lauri Koskela empezó a implementar esta filosofía en el sector de la construcción; resultado de ello es su trabajo “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción”, producido en el grupo de investigación CIFE de la Universidad de Stanford, en el cual sostuvo que la producción debía ser mejorada mediante la eliminación de los flujos de materiales y que las actividades de conversión mejorarían la eficiencia.

Otros investigadores, como Glenn Ballard, aportaron herramientas para la adaptación de la producción “Lean” al sector constructivo. Ballard empezó a trabajar con Koskela luego de oírlo hablar en una conferencia en la Universidad de Berkeley, y juntos conformaron el Grupo Internacional de Lean Construction, surgido durante la primera conferencia sobre sistemas de gestión de proyectos de construcción en 1993 en Helsinki- Finlandia, donde se decide usar, por primera vez, la expresión “Lean Construction” para referirse a la implementación de la nueva filosofía de producción en el sector constructivo.

Ballard fue pionero en el desarrollo del Sistema Último Planificador (SUP) en 1992, basado en el concepto de reducción de los niveles jerárquicos de la gestión en la construcción para optimizar el proceso de asignación de recursos disponibles en la planeación semanal, y programación y ejecución de los trabajos. Luego, en 1998, refinó más el SUP, centrándose en la gestión de los flujos en el proceso de construcción. Después vino lo que Ballard denominó Sistema de Entrega de Proyectos Lean, cuyo propósito es el planteamiento teórico de la metodología para gestionar los proyectos “Lean”.

En 1997 Glenn Ballard y Greg Howell crearon el Lean Construction Institute con el objetivo de desarrollar y difundir nuevos conocimientos en la gestión de proyectos, ya que en los proyectos de construcción tradicionalmente no se respetaban los principios de diseño y la gestión de los procesos de producción mediante el enfoque diseño-licitación - construcción no era completamente óptima para lograr buenos beneficios por el contrario se tenían atrasos en la finalización de la mayoría de ellos, sobrecostos para los constructores y clientes insatisfechos por las demoras.

Aunque los principios en que se sustenta la filosofía “Lean”, como la mejora de los modelos de ejecución de proyectos constructivos, la maximización del valor para el cliente y reducción al mínimo las pérdidas, eran conocidos, fue Lauri Koskela quien los formuló, en el 2000, después de diez años de investigación; luego, en el 2001 Glenn Ballard los mejoró.

Así pues, Lean construction es la adaptación y aplicación de los principios de producción de la fabricación japonesa a la construcción, en la cual se asume que esta es un tipo de producción especial.

En Latinoamérica, los países que muestran más avances en el uso y estudio de Lean construction son Brasil, Chile, Perú y Colombia; en este último ha sido estudiado en el sector privado mientras en las universidades del país no se muestran muchos avances sobre el tema. Las investigaciones sobre el Lean Construction las inician en el año 2002 Camacol y el arquitecto Luis Fernando Botero Botero, profesor de la universidad Eafit e integrante del grupo Gescon (Gestión de la Construcción) de la misma universidad, quien ha publicado algunos artículos en la revista Ciencia y Tecnología y dos libros sobre el tema. A esto se suman estudios realizados por estudiantes de ingeniería civil en algunas empresas bogotanas dedicadas a proyectos edificatorios, como requisito para obtener su título, y las capacitaciones en el uso de LC que ha hecho Camacol en

convenio con la universidad Eafit, dirigidas al personal de empresas constructoras como Triada, Urbansa, Arpro, Arrecife y Construmax, gracias a las cuales se han obtenido mejoras en los tiempos de entrega de las obras y reducción de los costos.

1.1.2. Ámbito Nacional

A principios de 1999, un grupo de alumnos de la Pontificia Universidad Católica realizaron una investigación del nivel de productividad en obras de construcción en Lima, siendo este el primer esfuerzo que se llevó a cabo en esta materia en el Perú. Lo que se buscaba era determinar el nivel competitivo de las empresas constructoras del medio y en esa forma compararnos con estándares internacionales. Se analizaron 50 obras en Lima, principalmente en el área de la edificación. Para lo cual se hicieron muestreos de trabajo del nivel general de obra, muestreo del trabajo para actividades particulares, encuestas a responsables de obra, encuestas al personal obrero. Los resultados muestran que en promedio el trabajo productivo (TP) en las obras de Lima es del orden de 28% del total de la mano de obra, con valores que van desde el 20% y como máximo llegan al 37%. Dichos valores están muy por debajo de los estándares internacionales. Posteriormente en el año 2005, otro grupo de alumnos de la Pontificia Universidad Católica realizaron otra investigación sobre el avance del nivel de productividad, para lo cual se analizaron 26 obras de Lima metropolitana, igualmente del tipo de edificaciones residenciales. Los nuevos resultados muestran que en promedio el trabajo productivo (TP) en las obras de Lima es del orden de 31.5% del total de la mano de obra, con valores que van desde el 22.4% y como máximo llegan al 40.6%. En comparación con los valores obtenidos en el año 2000, se puede observar que existe un aumento del 3.5% en las actividades productivas, un aumento del 7.1% en las actividades contributorias y una reducción del 10.6% en las actividades no contributorias.

Una filosofía, que nos ofrece conceptos y herramientas para el éxito en un proyecto es la filosofía LEAN y más específicamente el LEAN CONSTRUCCION que es la aplicación de conceptos LEAN al sector

construcción, el modo como gestionamos los proyectos de construcción, en este marco de nueva filosofía de producción, ha venido mejorando desde el año 2000 en el Perú, fecha desde la cual se tiene antecedentes en que esta filosofía empezó a ser adoptada y puesta en práctica, por más empresas en la industria de la construcción. A continuación, se presentan algunos estudios específicos relacionados con la presente investigación:

A. Guzmán Tejada, Abner (2014). En su Tesis Titulada: “Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos” – Pontificia Universidad Católica del Perú. Que llega a las siguientes conclusiones:

- Se puede concluir que la aplicación de las herramientas Lean en un proyecto de construcción, en especial de edificaciones, tiene muy buenos resultados en el desarrollo del proyecto, tanto en la productividad como en el plazo y costo. Sin embargo, se deben utilizar las herramientas de manera constante para que las mejoras que estas representan se vean reflejadas en nuestro proyecto.
- El uso del Last Planner System nos permite reducir considerablemente los efectos de la variabilidad sobre nuestros proyectos, en nuestro caso aplicando todos los niveles de planificación y programación que contiene el last planner se logró cumplir con el plazo establecido para terminar la etapa de casco de la obra (09-07-12), esto debido a que se cumplían en gran medida las programaciones semanales que eran desprendidas del lookahead de obra llegando a obtener un nivel de cumplimiento de la programación del 75% lo cual está por encima de lo estándar en los proyectos de edificaciones de la capital. Sin embargo, no hubiese sido posible poder cumplir con las programaciones sin trabajar para mejorar los problemas de la obra y es ahí donde radica la importancia de las causas de incumplimiento y las acciones correctivas, ya que nos alertaron de los problemas más comunes en la obra para darle un énfasis

especial y estar preparados.

- Los resultados obtenidos en las mediciones de productividad realizadas en la etapa de casco de la obra "Barranco 360°" (Trabajo productivo = 40%, Trabajo contributorio = 41% y Trabajo no contributorio = 19%) están por encima de los resultados promedio obtenidos en mediciones de las obras de lima en los años 2001 (TP = 28%, TC = 36% y TNC = 36%) y 2006 (TP = 32%, TC = 43% y TNC = 25%); esto nos da un punto de referencia respecto a la importancia de la aplicación de la filosofía Lean para mejorar la productividad en las obras de construcción y en especial las de edificaciones, ya que es en este tipo de proyectos en los cuales la mano de obra tiene mayor incidencia en cuanto al costo del proyecto. Sin embargo, si nos comparamos con los resultados que muestra Virgilio Ghio de mediciones realizadas en Chile en el 2001 (TP = 47%, TC = 28% y TNC = 25%) se puede apreciar que aún queda una brecha grande por mejorar, la cual se logrará reduciendo las pérdidas de los procesos de construcción.
- Se optimizaron los procesos analizados mediante las cartas de balance reduciendo la cuadrilla de 7 a 6 personas para el caso de vaciado de concreto, ya que se observó que la cantidad de TNC era muy elevada en los ayudantes de la cuadrilla. Para la cuadrilla de encofrado de vigas se pudo reducir la cuadrilla de 8 a 7 personas, esto debido a que se tenía una pareja que se estaba dedicado íntegramente a desencofrar y transportar material y se observó que el trabajo de desencofrado podía ser realizado por una persona dedicada a dicha labor y los ayudantes podían apoyar el transporte en sus tiempos muertos. Estos ajustes de cuadrillas representan un ahorro económico del 13% en el costo de mano de obra de las cuadrillas en mención, si eso se realizara para todas las partidas del proyecto podría obtenerse un ahorro de aproximadamente 10% del costo total de la mano de obra.

B. Merino Chévez, Delia Elisa (2015). En su Tesis Titulada: “Aplicación de la Filosofía Lean para la Mejora de la Productividad en la Estructura: Reservorio Elevado de la Obra: Instalación, Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado en los AA.HH. de las Cuencas 1,2 y 3 de la Zona Alta de la Ciudad de Paita-Provincia de Paita-Piura, en el Año 2014” – Universidad Señor de Sipán. Que llega a las siguientes conclusiones:

- Se puede mejorar la productividad de las actividades aplicando diferentes recomendaciones y herramientas definidas por la filosofía Lean.
- Se debe definir bien las actividades a estudiar, teniendo siempre en cuenta su incidencia. Se deberá identificar muy bien al personal que está participando de las actividades a fin de poder determinar quienes participan de los trabajos que aportan o no valor y tomar las medidas necesarias a fin de organizar una cuadrilla más equilibrada.
- Según lo investigado, es necesario contar con un número representativo de mediciones a fin de hacer confiable los resultados obtenidos. Para esto se debe tener en cuenta lo propuesto por Serpell (1993) donde valida que el número mínimo de mediciones puntuales para obtener resultados estadísticamente válidos son 384 (95% de confiabilidad).
- La ventaja que presentó la metodología empleada es que se pudo evaluar de forma diaria y objetivamente los procesos que se desarrollaron durante el estudio desarrollado. Así mismo la herramienta Time-Lapse, es una buena opción si el personal que se encuentra dedicado al control de las actividades es limitado, ya que permite cubrir una zona extensa de trabajo, además que permite corroborar, en el caso de existir duda, el desarrollo de los procesos y el control de los participantes.

C. Cotrina Quispe, Javier Ner (2017). En su Tesis Titulada: “Aplicación del Lean Construction para Optimizar la Productividad en una Obra de Ampliación del Pabellón Educativo en Ñaña – Lurigancho – Lima 2017” – Universidad Cesar Vallejo. Que llega a las siguientes conclusiones:

- La manera de aplicación Lean Construction, optimizó eficientemente la medición de incidencia del trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio, logrando así la obtención de medición de productividad, reflejando valores dentro del rango encontrado por el antecedente, así como por la teoría.
- La manera de aplicación del Lean Construction, permitió optimizar los trabajos contributorios y no contributorios, identificando las principales pérdidas y logrando identificar un nuevo tipo de pérdida, la cual denominamos “habilitación” en los trabajos contributorios, como lo sugiere la presente investigación y de evitar la pérdida “otros” en los trabajos no contributorios, indicado por el antecedente.
- La forma de aplicación del Lean Construction mediante el Last Planner y Lookahead optimizó la planificación de productividad, logrando una programación real con mínima diferencia respecto a la programación planeada o base, existiendo una diferencia de 8% de cumplimiento entre el Porcentaje de Plan Cumplido de 91% inicial y el Porcentaje de Plan Cumplido 100% final, luego de la aplicación de las herramientas.
- Por lo tanto, se demostró que la selección de herramientas Last Planner y Lookahead propuestas y aplicadas del Lean Construction en la presente investigación optimizó la productividad en la muestra objeto de estudio logrando la optimización de la productividad en 14% (4% de 29%).

1.1.3. Ámbito Local

En el ámbito local podemos abordar la siguiente investigación:

A. Julca Coba, Lucy y Delgado Ramirez Daniel Antonio (2020). En su Tesis Titulada: “Aplicación de herramientas de gestión de proyectos para mejorar el rendimiento de la mano de obra de actividades previas al vaciado de concreto en la construcción de la I.E. 00815 Carrizal, Jepelacio - Moyobamba - San Martín; 2019” – Universidad Científica del Perú. Que llega a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de herramientas de gestión de proyectos basadas en la Filosofía Lean Construction (Last Planner System y Lookahead) permite mejorar el rendimiento de la mano de obra (productividad) en un proyecto de edificación.
- Se ha demostrado la factibilidad técnica y económica para la implantación o implementación de nuevos procedimientos para mejorar el rendimiento de la mano de obra (productividad) mediante un sistema flexible y de fácil entendimiento basada en la Filosofía Lean Construction.
- La mejora de la productividad aplicando adecuados procesos de planeación, organización, ejecución y control de los recursos utilizados permite optimizar el performance de la obra permitiendo el cumplimiento de los plazos y costos.

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. La Filosofía Lean

La filosofía integral de Lean Construction se concreta con el modelo de gestión LPDS (Lean Project Delivery System) o sistema de entrega de proyectos Lean, cuya misión es desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras. LPDS fue desarrollado para abarcar todo el ciclo de vida de los proyectos desde el inicio hasta la entrega y propone gestionar los proyectos de

construcción considerando cinco fases y catorce módulos, utilizando conceptos y técnicas destinadas a maximizar el valor para el cliente y minimizar las pérdidas en la producción.

Para la implementación de Lean Construction en los proyectos es necesario iniciar con el compromiso de tener una cultura de mejora continua de la producción para que al aplicar los principios “Lean” correctamente mejoren la seguridad, la calidad y la eficiencia del proyecto [21]. Es decir, para que LC funcione se deben aplicar sus principios en forma concreta a las actividades del proyecto. Lauri Koskela propone once principios:

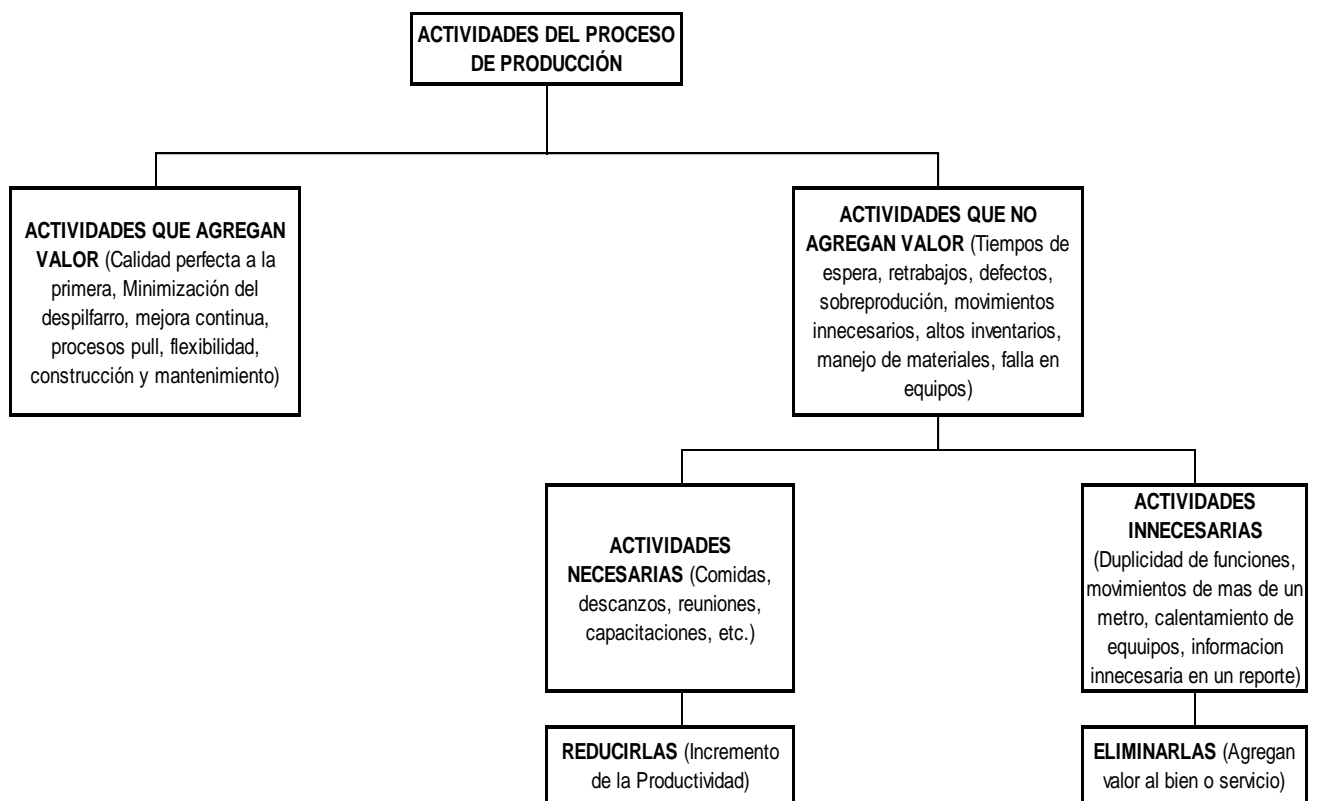
- Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor.
- Incremento del valor del producto.
- Reducción de la variabilidad.
- Reducción del tiempo del ciclo.
- Simplificación de proceso.
- Incremento de la flexibilidad de la producción.
- Transparencia del proceso.
- Enfoque del control al proceso completo.
- Mejoramiento continuo del proceso.
- Balance de mejoramiento de flujo con mejoramiento de conversión.
- Referenciación.

Estos principios “Lean” solo son posibles de aplicar plena y eficazmente en la industria de la construcción si el interesado en aplicarlos se centra en la mejora de todo el proceso de gestión del proyecto, en la integración de los interesados en el proyecto para concebir el nuevo enfoque de producción que proponen los principios de Lean Construction.

1.2.2. Lean Production

El Lean Production es un sistema que tiene como principal objetivo la eliminación de los “desperdicios” con el fin de ofrecer al cliente la mejor de las calidades con un servicio y unos plazos de entrega con el menor costo posible.

Gráfico 1: Clasificación de Actividades en un Proceso de Producción según Lean Production



Fuente: Elaboración Propia, 2021

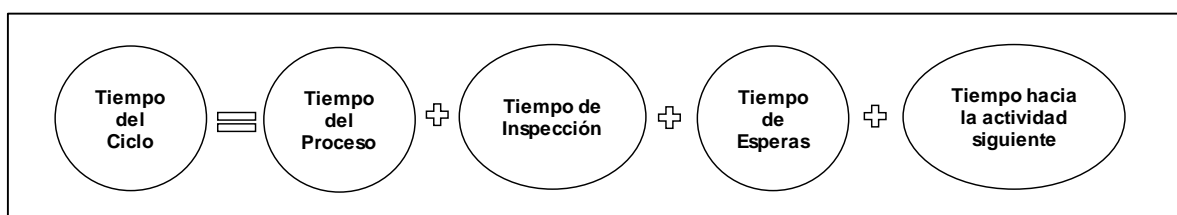
La nueva filosofía de producción considera los siguientes elementos dentro de su diseño y control de la producción (Koskela, Lauri. “Application of the new Production filosofy to construction”. 1992):

- **Identificar actividades que no agregan valor:**

Se identifican las actividades que no agregan valor y se tratan de reducir y en el mejor de los casos eliminar para generarle ganancias al proyecto, estas pueden ser en costo, tiempo, etc. Por lo tanto, identificar estas actividades es primordial para reducir las pérdidas.

- **Incrementar el valor del producto:**
Los beneficios obtenidos de eliminar las perdidas en general deben enfocarse en incrementar el valor del producto para el cliente final, esto se puede lograr poniéndonos en perspectiva del cliente y haciendo que nuestro producto iguale y en el mejor de los casos supere las expectativas que estos tienen sobre el producto.
- **Reducir la variabilidad:**
La variabilidad afecta negativamente todos los ámbitos de la producción y también es algo negativo para el cliente, por lo cual es importante la reducción de la variabilidad para evitar problemas con las programaciones y la satisfacción del cliente.
- **Reducción del tiempo del ciclo.**
El tiempo que dura un ciclo se puede reducir con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, la cual nos dice que si dividimos nuestra producción (lote de producción) en lotes pequeños (lotes de transferencia) que vamos transfiriendo de proceso a proceso, nuestro ciclo tendrá una duración menor que si introducimos todo el lote a un proceso y esperamos a que todo el paquete esté listo para llevarlo al siguiente proceso o actividad.

Gráfico 2: Tiempos que forman parte del ciclo del proceso completo



Fuente: Ibarra Gómez, Luis (2011), Tesis “Lean Construction” – Universidad Autónoma de México.

- **Simplificación de procesos:**
La simplificación de procesos consiste en mejorar el flujo por medio de la reducción de los procesos involucrados para de ese modo controlar mejor estos procesos y reducir la variabilidad y el costo de realización de cada proceso.

- **Incrementar la transparencia en los procesos:**
Mientras mayor sea la transparencia de un proceso serán mayores las posibilidades de inspeccionarlo y así evitar errores que pasaran a ser trabajos rehechos, los cuales son pérdidas para el proyecto.
- **Mejoramiento continuo:**
Este principio está basado en la filosofía japonesa Kaisen, esta se basa en la identificación de las causas de no cumplimiento de las actividades para tratar de solucionarlas en siguientes proyectos y así ir mejorando continuamente.
- **Referenciar los procesos (Benchmarking):**
Esto se basa en comparar nuestros procesos con los procesos de la empresa líder en nuestro campo de acción para tener ideas de mejora basándonos en el potencial de las empresas de la competencia.

Como podemos observar todos estos principios tienen un fin común que es la mejora de todo el proceso de producción y la reducción de todas las actividades que no agregan valor, con el fin de lograr un flujo simple, uniforme y un tiempo de ejecución menor.

1.2.3. Lean Construction

Según el Lean Construction Institute (ILC), Lean construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos. Entendiéndose por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva, LC clasifica los residuos de construcción en siete categorías como:

Tabla 1: Desperdicios en la construcción

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

Fuente: Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi construction industry.

Categorías que en la gestión tradicional no se tienen en cuenta por que el concepto de producción actual es erróneo al considerarla como un proceso de solo transformación en donde entran materiales y se obtienen unidades productivas, olvidando optimizar los flujos que esos materiales tienen que seguir para lograr obtener el producto.

1.2.4. Diferencias entre Lean Construction y formas convencionales de Gestión de Proyectos.

En la siguiente tabla se presenta un comparativo entre la forma de definir los conceptos dentro de los principios del Lean Construction y las empleadas por las formas convencionales de gestión de proyectos:

Tabla 2: Lean Construction Vs formas convencionales de Gestión de Proyectos

HERRAMIENTAS	LEAN CONSTRUCTION	FORMAS CONVENCIONALES DE GESTIÓN DE PROYECTOS
CONTROL	Hace que las cosas pasen	Es visto como los resultados de un monitoreo.
RENDIMIENTO	Maximiza el valor, minimizando perdidas. Se enfoca al proyecto en general.	Optimizan cada actividad de forma independiente produciendo reducciones en el rendimiento total.
ENTREGA	Utiliza conceptos de diseño simultáneo: Coordinación entre ingeniería y construcción.	No previene iteraciones que producen pérdidas, aun con el empleo de la constructabilidad
VALOR	Para el cliente es definido, creado y entregado lo largo de la vida del proyecto.	El dueño define completamente los requerimientos al inicio y a la entrega final, a pesar de los cambios en las nuevas tecnologías, economía y mercado que puedan surgir.
COORDINACIONES	A través de “jalar” para generar un flujo continuo	Aquí se trata de empujar para cumplir con los cronogramas. Las coordinaciones recaen sobre una sola persona y no sobre un equipo.
DESCENTRALIZAR	Se propone la participación del equipo para generar transparencia y confianza. Todo el equipo conoce toda la información del proyecto.	Cada grupo maneja su propia documentación.

Fuente: www.leanconstruction.org

1.3. DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS

El objetivo de la presente sección abordar los principales conceptos que usaremos en la aplicación de la metodología propuesta.

1.3.1. Productividad

La productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Es una medida de eficiencia y efectividad, puesto que mediante la productividad se puede determinar la forma en que se administran los recursos consumidos (horas hombre, tiempo, horas máquina, bolsas, unidades, S/, U\$, etc.) para obtener un resultado, el cual se desarrolla en un plazo determinado y con estándares de calidad dados (Brioso L. 2014).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultado}}{\text{Esfuerzos}} = \frac{\text{Cantidad Producida}}{\text{Recursos Empleados}}$$

Según Cantú, Mereano, Gallina y García, 2009, autores del paper Productividad real en obras civiles – Análisis de un caso; la productividad siempre va asociada a los procesos de transformación: a este proceso ingresan recursos necesarios para producir un material, un bien o dar un servicio y posteriormente, a través del proceso, se obtiene un producto o un servicio determinado.

Un sistema o un proceso son más eficiente cuantos menos recursos consume para obtener un resultado dado. Así, un indicador de productividad podría ser la cantidad de m² construidos por sol gastados ó el número de viviendas por la cantidad de dinero invertida para la construcción de estas viviendas. Los ejemplos anteriores son a su vez indicadores globales, ya que proveen información que respalda las decisiones de carácter estratégico. (Brioso L., 2014).

En consecuencia, si se quisiera mejorar la eficiencia de un sistema o proyecto, sería necesario implementar técnicas que vayan direccionadas a la optimización de los procesos, de tal forma que pueda hacerse un análisis detallado de cada uno a fin de incrementar la producción de los mismos y reducir los recursos utilizados.

1.3.2. Rendimiento

En el lenguaje coloquial, en general se usan indistintamente las palabras rendimiento y productividad, sin embargo, es importante aclarar que el rendimiento es definido como la inversa de la productividad, es decir:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Esfuerzos}}{\text{Resultados}} = \frac{\text{Recursos Empleados}}{\text{Cantidad Producida}}$$

Así, ejemplos de indicadores de rendimiento (o ratios) pueden ser: hh/m², bls/m³, etc. Los ejemplos antes mencionados son a la vez

indicadores operacionales específicos, ya que sirven para tomar decisiones de mejoramiento operacional y se refieren a algún proceso productivo específico que se desea medir. (Brioso L. 2014).

1.3.3. Partida Crítica

Actividad que forman parte de la ruta crítica en el programa del proyecto con alta incidencia en el costo, plazo y calidad.

1.3.4. Pérdidas

Se considera pérdidas, todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto (Alarcon 2002).

1.3.5. Tipos de Pérdidas

Corresponden a la agrupación categorizada de tipos de pérdidas definidos específicamente para la aplicación de la filosofía “Lean Construction”. Las pérdidas se pueden clasificar en 9 tipos.

Tabla 3: Tipos de pérdidas definidos para la aplicación de la filosofía “Lean Construction”

ITEM	TIPOS DE PÉRDIDA	DEFINICIÓN	EJEMPLO
1	TIEMPO DE ESPERA	Interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad.	Operarios esperando por información, averías de máquinas, material, etc.
2	DEFECTOS	Actividad que requiere re-trabajo por errores u omisiones.	Repetición o corrección de procesos.
3	MOVIMIENTOS INNECESARIOS	Desplazamiento innecesario de personal o maquinaria durante su trabajo.	Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio.
4	TRANSPORTE	Movimientos innecesarios en obra de personas, equipos o materiales desde un proceso a otro. Esto puede incluir trabajo administrativo, así como actividades físicas.	Mover materiales, partes o productos terminados hacia y desde el almacenamiento.

ITEM	TIPOS DE PÉRDIDA	DEFINICIÓN	EJEMPLO
5	SOBRE PROCESAMIENTO	Movimientos innecesarios en obra de personas, equipos o materiales desde un proceso a otro. Esto puede incluir trabajo administrativo, así como actividades físicas.	Proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente
6	INVENTARIOS INNECESARIOS	Cantidad de materiales que va por sobre la necesidad inmediata. Además de materiales puede incluir trabajo en proceso y productos terminados.	Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado.
7	TALENTO HUMANO	Desaprovechar el potencial de las personas en la organización.	No utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios.
8	SOBRE PRODUCCIÓN	Ejecutar una actividad antes de que sea realmente necesaria.	Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad de las requeridas por el cliente.
9	HACER POR HACER	Improvisación por parte del personal.	Ejecución de una tarea continua, aunque los elementos necesarios no estén disponibles.

Fuente: Elaboración propia, 2020, con información obtenida de Lean Construction - Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción y web www.bomconsulting.com

1.3.6. Fuente de las Pérdidas

Origen de las pérdidas de acuerdo a las siguientes categorías: Gestión de Administración, Gestión de Uso de Recursos y Gestión de Información. Además, Gestión de recursos se divide en tres subcategorías: maquinarias y equipos, materiales y mano de obra.

Gráfico 3: Fuentes de Perdidas



Fuente: Lean Construction - Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción

1.3.7. Trabajo Productivo (TP)

Corresponde a las actividades que aportan en forma directa a la producción de alguna unidad de construcción. Ejemplo, vaciar concreto, asentar ladrillos, colocar cerámicos, etc.

1.3.8. Trabajo Contributorio (TC)

Es el trabajo de apoyo, se define como el trabajo que es necesario para que se pueda ejecutar el trabajo productivo, pero que no aporta valor a la unidad de construcción. Se debe minimizar al máximo posible para mejorar la productividad. Ejemplo, recibir y dar indicaciones, transporte de material, Limpieza del terreno o herramientas, etc.

- Mediciones: Acción de un operario de utilizar alguna herramienta para verificar una distancia, por ejemplo, usar una huincha, un nivel, etc.
- Instrucciones: Conversación que se da entre el maestro y/o ingeniero y los trabajadores, o entre mismos trabajadores con el fin

de coordinar actividades.

- Transportes: Movimiento de Insumos (materiales, o equipo) desde el almacén (principalmente) o desde una parte de la obra a otra zona donde se requiere utilizar.

- Limpieza: Acción de un operario, con herramientas manuales, para despejar su área de trabajo de obstáculos o suciedad, así como la acción de limpiar sus herramientas para continuar su trabajo.

- Habilitación de Materiales: Pueden considerarse todas las actividades justo antes de realizarse la actividad productiva, bien puede ser doblar el acero, cortar la madera, Humedecer el concreto, lampear el concreto de una zona con excedente a otra con menos concreto.

- Habilitación de equipo y herramientas: El tiempo empleado en prender un equipo, echarle combustible, revisarlo, mientras no sea un tiempo excesivo es parte del proceso productivo.

- Otros Contributorios: Distintas labores que no sean fácilmente tipificadas como las citadas anteriormente.

1.3.9. Trabajo No Contributorio o No Productivo (TNC)

Corresponde a cualquier otra actividad realizada por el trabajador y que no se clasifica en las anteriores categorías, por lo tanto, se consideran pérdidas, ya que son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor por lo que se busca eliminarlas para mejorar el proceso productivo. A continuación, se indican algunos ejemplos:

- Esperas: Todo tiempo en que los trabajadores dejan de trabajar, generalmente se da por fallas en la planificación, por ocurrencia de eventos no previsto y no saber cómo abórdalos para continuar la producción.

- Viajes: Movimientos del personal con las manos vacías, se realizan en búsqueda de material o por instrucciones.
- Tiempo Ocio: Tiempo en que el trabajador intencionalmente no produce, es una mala actitud del trabajador y se espera que sean mínimos.
- Trabajo Rehecho: Tiempo dedica por un operario en reparar defectos durante el proceso productivo, teniendo a veces que eliminar el elemento producido, y volver a hacerlo desde cero.
- Descansos: Tiempos en que los trabajadores relajan los músculos del continuo trabajo que vienen realizando, si bien después de 1 o 2 horas en alguna posición anti-ergonómica, se entiende que los trabajadores descansen, no puede ser excesiva.
- Necesidades Fisiológicas: Tiempo en que los trabajadores se hidratan tomando agua, o tienen la necesidad de usar los servicios, igualmente deben ser tiempos mínimos.
- Otros no Contributorios: Distintas labores que no sean fácilmente tipificadas como las citadas anteriormente, podría ser el conversar con los vecinos de manera recurrente.

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En nuestro país, el sector construcción ha adquirido una indudable importancia en el desarrollo económico del país, la construcción es el sector de mayor crecimiento ininterrumpido en los últimos años. En el Sector Construcción registró un aumento de 4.38%, en el 2020, ante el aumento del consumo interno de cemento en 9.73%; en tanto que el avance físico de obras públicas disminuyó en 11,71%.

Proyecciones de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), estiman que las actividades de sector construcción creció 38% entre julio 2020 y junio 2021 pero se contraería en lo que queda del año 2021 y esta tendencia prosiguiría en el 2022.

En el Perú actualmente el modelo tradicional o artesanal de la gestión de proyectos aplicada a la mayoría de las empresas constructoras, se caracteriza por tener procesos insuficientes, ineficientes, variables, difíciles de controlar, originando retrasos, reprocesos y sobrecostos a la culminación del proyecto.

Los factores más relevantes que desencadenan en ineficiencia en la etapa de ejecución de un proyecto del sector de la construcción son los retrasos y sobrecostos debido en la mayoría de casos a inadecuados procesos de planeamiento, control y la no aplicación y/o implementación de herramientas de gestión de proyectos basadas en estándares de calidad acreditados internacionales.

El presente trabajo de investigación, se realiza con la finalidad de mejorar la productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado para elevar los índices de eficiencia y eficacia en la etapa de ejecución, corrigiendo errores y minimizando desperdicios.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. Problema General

PG.- ¿Es posible mejorar la productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado en una obra, mediante la aplicación de herramientas de gestión de proyectos?

2.2.2. Problemas Específicos

PE1.- ¿Es posible aplicar herramientas de gestión de proyectos para mejorar la productividad de la mano de obra en una edificación?.

PE2.- ¿Es posible optimizar plazos y costos en una obra mejorando la productividad mediante adecuados procesos de planeación, ejecución y control de los recursos utilizados?.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

OG.- Mejorar la productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado en una obra, mediante la aplicación de herramientas de gestión de proyectos.

2.3.2. Objetivos específicos

OE1.- Demostrar la factibilidad de aplicación de herramientas de gestión de proyectos para mejorar la productividad de la mano de obra en una edificación.

OE2.- Optimizar plazos y costos en una obra mejorando la productividad mediante adecuados procesos de planeación, ejecución y control de los recursos utilizados.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

HG.- Es posible mejorar la productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado en una obra, mediante la aplicación de herramientas de gestión de proyectos.

2.4.2. Hipótesis Específicas

HE1.- ¿Es posible aplicar herramientas de gestión de proyectos para mejorar la productividad de la mano de obra en una edificación?

HE2.- ¿Es posible optimizar plazos y costos en una obra mejorando la productividad mediante adecuados procesos de planeación, ejecución y control de los recursos utilizados?.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Identificación de Variables

- Variable independiente: Herramientas de gestión de proyectos.
- Variable dependiente: Productividad de la mano de obra

2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables

Tabla 4: Definición Conceptual y Operacional de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL
Variable Dependiente: Productividad en una obra de edificación	La productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello.	Medida de eficiencia y efectividad, puesto que mediante la productividad se puede determinar la forma en que se administran los recursos consumidos (horas hombre, tiempo, horas máquina, bolsas, unidades, S/, U\$, etc.) para obtener un resultado, el cual se desarrolla en un plazo determinado y con estándares de calidad dados.
Variable Independiente: Herramientas de gestión de proyectos	Filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen.	Modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final. Para ello utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los estrictamente necesarios para el crecimiento.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

2.5.3. Operacionalización de las Variables.

Tabla 5: Operacionalización de variables

Denominación	Definición	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Variable Dependiente: Productividad de una obra de edificación	Medida de eficiencia y efectividad, puesto que mediante la productividad se puede determinar la forma en que se administran los recursos consumidos (horas hombre, tiempo, horas máquina, bolsas, unidades, S/, U\$, etc.) para obtener un resultado, el cual se desarrolla en un plazo determinado y con estándares de calidad dados.	Eficiente. Aceptable. Ineficiente	%	Formatos de recolección de datos, observaciones en campo.
Variable Independiente: Herramientas de gestión de proyectos	Modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final. Para ello utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los estrictamente necesarios para el crecimiento.	- Alcance. - Costo. - Tiempo	-Last Planer anificación Lookahead	Herramientas de gestión de proyectos

Fuente: Elaboración propia, 2021.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es cuantitativo porque nos permite evaluar la realidad en función de parámetros que son medibles, replicables y que estos pueden ser reproducidos con las mismas condiciones en cualquier momento. (Sampieri, 1999).

3.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es No Experimental del Tipo Transversal y Prospectivo. Es transversal porque investigan el objeto en un punto determinado del tiempo y prospectivo pues es un estudio en el que se parte de una observación de uno o varios factores a los que se trata de buscar los efectos en un intervalo de tiempo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Es el conjunto de individuos u objetos de medidas que poseen alguna característica común observable en un lugar o momento determinado. Cuando se lleve cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio” (wigodski, 2010).

Para la presente investigación, la población objeto de estudio, se estableció como una población de tipo finita, tomando en cuenta los objetivos y los recursos disponibles, estando conformada por las partidas contenidas en el presupuesto de una obra de edificación.

3.2.2. Muestra

Es un subconjunto representativo de la población, donde hay diferente tipo de muestreo. La muestra dependerá de la calidad y cuan representativo sea el estudio de la población” (wigodski, 2010). Para la presente investigación, se tomará en cuenta las partidas de

concreto armado más representativas en costo y tiempo del presupuesto de una obra.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

A. Observación:

La observación se realizó de manera participante y selectiva, centrándonos en las actividades seleccionadas lo cual permitió la medición y evaluación del porcentaje de tiempo que el personal obrero (Mano de obra calificada y no calificada) dedicada a la ejecución de las partidas de concreto armado de la edificación unidad de analisis.

B. Análisis de Documentos:

Se realizó la revisión bibliográfica de la Filosofía Lean Construction como herramienta de Gestión de Proyectos para aplicarlo adecuadamente en el camino de mejorar la productividad, así mismo se ha revisado libros, tesis, revistas, artículos técnicos, etc.

Se analizaron los controles realizados en campo, así como la documentación técnica y financiera de la obra (presupuesto, metrados, análisis de costos unitarios, cronogramas, valorizaciones, cuaderno de obra, informes mensuales, etc.).

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de medición (Hernández S., y otros, 2010 pág. 200) son recursos que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente.

El proceso de recolección de datos utilizada en el presente estudio estuvo compuesto por los siguientes instrumentos:

- Porcentaje de plan cumplido.
- Medición del nivel general de actividades.
- Medición de los tiempos en tareas específicas.
- Análisis de Restricciones.
- Inventario de trabajo ejecutable (ITE).
- Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan).
- Fichas de recolección de datos.

3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

El procedimiento seguido para la recolección de datos se representa en la siguiente tabla.

Tabla 6: Procedimiento de Recolección de Datos

ITEM	PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	Reconocimiento de Terreno	Recorrido del área de trabajo a fin de poder encontrar puntos estratégicos para la ubicación de cámaras filmadoras.
2	Colocación de Cámaras Filmadoras	Ubicación de cámara filmadora para captura de videos de las partidas materia de análisis.
3	Recopilación de Información	Captura de videos de los procesos desarrollados durante un periodo de tiempo de seis semanas.
4	Evaluación de Actividades Seleccionadas	Recopilación de datos durante la etapa de construcción de partidas seleccionadas.

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La siguiente tabla describe los procedimientos seguido para el procesamiento, análisis e interpretación de datos para la presente investigación.

Tabla 7: Procedimiento de Procesamiento, Análisis e Interpretación de datos

ITEM	PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	Caracterización de los Procesos	Describir las diferentes situaciones presentadas durante la ejecución de actividades
2	Análisis de Secuencia de Procesos	Aplicación de la técnica del muestreo para analizar la incidencia de los TP, TC y TNC en actividades de concreto, instalaciones eléctricas y sanitarias.
3	Propuesta de Mejora	Propuesta de una nueva secuencia de procesos basados en la observación de trabajos TP, TC y TNC

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

3.5.1. Last Planner

La teoría Last Planner (Teoría del último planificador) se define al último planificador a la persona o grupo de personas cuya función es la asignación de trabajo directo a los trabajadores. [...]. Adicionalmente, la función del ultimo planificador es lograr que lo que queremos hacer que coincida con lo que podemos hacer, y finalmente ambas se conviertan en lo que vamos hacer. (Ghio C., 2001).

Lo que nos indica el autor en esta cita, que debemos involucrar a todos los actores con el fin de identificar lo que queremos y podemos hacer. [...] Ballard también plantea, para verificar el cumplimiento de la planificación operacional semanal, una herramienta llamada PPC (Percentage Planned Complete, o porcentaje de actividades planificadas cumplidas). El PPC compara el número de actividades planificadas cumplidas durante la semana con el total de actividades programadas para la semana. [...]. (Ghio C., 2001 pág. 34). El autor refiere el Porcentaje de plan cumplido como la herramienta que mide el porcentaje (%) de cumplimiento entre lo planeado y lo realmente ejecutado.

3.5.2. Planificación Lookahead

La Planificación Lookahead (LP) es un cronograma de ejecución a mediano plazo, que cubre el horizonte de tiempo más conveniente para el proyecto. Este horizonte se define en función de las

características de cada proyecto. En general, la duración mínima dependerá del plazo de abastecimiento y máxima de la variabilidad que pueda afectar al planeamiento del proyecto. Esta herramienta nos permite evaluar las actividades futuras y las restricciones que estas tengan, las que la convierten en NO programables. Esta etapa requiere ser aplicada luego del Last Planner y con ella realizar el listado de restricciones, responsable de cada restricción así como la fecha requerida para levantar la restricción. Las funciones del proceso Lookahead son las siguientes:

- Formar la secuencia del flujo de trabajo y su calcular su costo.
- Proponer el flujo de trabajo y su capacidad.
- Descomponer las actividades del programa Maestro en paquetes de programas y operaciones de trabajo de más fácil manejo.
- Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable.
- Poner al día y revisar los programas del nivel superior.

Las funciones antes mencionadas deben ser cumplidas por ciertos procesos específicos:

- Definición de actividades.
- Análisis de restricciones.
- Arrastrar el trabajo desde las unidades de producción superiores.
- Balancear la carga con la capacidad.

Las ventanas Lookahead (actividades programadas para un periodo de tiempo) se basan en un grupo potencial de asignaciones para las siguientes 3 a 12 semanas.

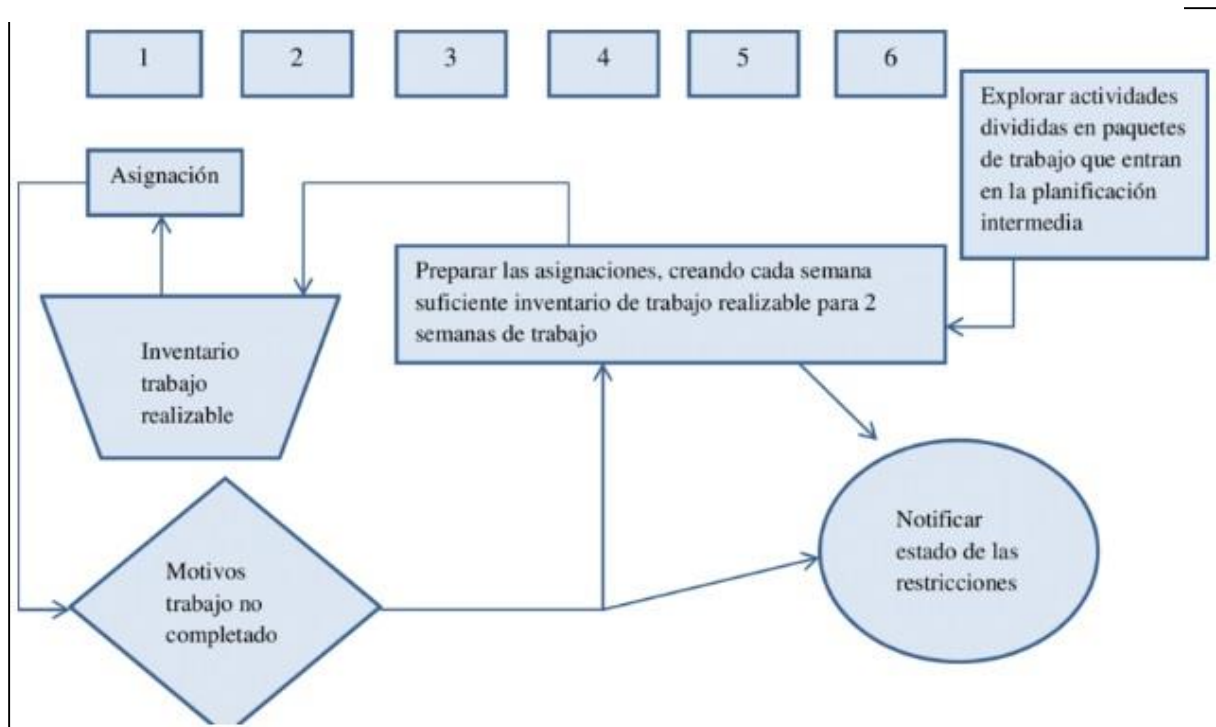
Además, la planificación Lookahead no es fácil de determinar del programa maestro (programa e hitos principales del proyecto). De hecho, es frecuentemente beneficioso formar un equipo que esté haciendo el trabajo de proyectar colectivamente el programa maestro para la próxima fase del proyecto.

Antes de entrar a la ventana de tiempo de la planificación Lookahead, el programa maestro de actividades es dividido en niveles de detalles apropiados para la asignación del plan de trabajo semanal, en el cual típicamente se rinden múltiples asignaciones para cada actividad. Luego cada asignación está sujeta a un análisis de restricciones para determinar lo que debe ser hecho de tal forma que la actividad quede lista para ser ejecutada.

La regla general es permitir dentro de la ventana Lookahead, sólo aquellas actividades que pueden ser realizables, para completar el programa. Si el planificador no está seguro de que las restricciones pueden ser removidas, las potenciales asignaciones serán retardadas.

En el grafico N° 05, se presenta el proceso Lookahead para 6 semanas.

Gráfico 4: Proceso Lookahead para periodo de 6 semanas



Fuente: Lean Construction - Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción

Las asignaciones potenciales entran a la ventana Lookahead en la sexta semana del programa de ejecución del ejemplo. Luego se mueven hacia delante, semana a semana, hasta que les este permitido ingresar al ITE (Inventario de Trabajo Ejecutable), sólo si todas las restricciones han sido removidas y se encuentran en una secuencia apropiada de ejecución. Si el planificador percibe una restricción en una de estas actividades, no podrá dejarla avanzar hacia delante.

El objetivo es mantener un inventario que sea ejecutable. Los planes de trabajo semanal son formados desde el ITE, mejorando así la productividad de quienes reciben estas asignaciones e incrementando la confiabilidad del flujo de trabajo para la siguiente unidad de producción.

El proceso de planificación Lookahead es el segundo nivel en la jerarquía del sistema de planificación. Resalta las actividades que deberían hacerse en un futuro cercano. Su principal objetivo es controlar el flujo de trabajo, entendiéndose como flujo de trabajo la coordinación de diseño (planos), proveedores (materiales y equipos), recurso humano, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo. Luego, para poder cumplir las funciones de la planificación Lookahead, existen determinados procesos específicos.

A continuación se explicarán cada uno de los procesos específicos que permiten desarrollar una adecuada planificación Lookahead.

A. Definición del intervalo de tiempo de la Planificación

Lookahead.- El número de semanas sobre el cual se extiende la Planificación Lookahead es escogido de acuerdo a las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria.

Algunas actividades tienen tiempos de respuestas largos para

generar el abastecimiento, es decir, un largo período desde el momento en que se piden recursos hasta que éstos son recibidos. Estos períodos de respuesta deben ser identificados durante la planificación inicial para cada actividad incluida en el programa maestro.

B. Definición de las actividades de la Planificación Lookahead.-

Para preparar la Planificación Lookahead explotaremos las actividades del programa maestro que estén contenidas dentro del intervalo definido, siempre y cuando el nivel de detalle de programación inicial sea bajo.

Lo anterior es de vital importancia, ya que obtendremos en la Planificación Lookahead un nivel de detalle que nos permitirá clarificar de mejor forma las restricciones que nos impiden realizar una determinada tarea.

Lo que obtendremos en la planificación Lookahead es un conjunto de tareas para un intervalo de tiempo dado. Cada una de estas tareas tiene asociada un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede o no ejecutarse. Una restricción es algo que limita la manera en que una tarea es ejecutada. La restricción involucra requisitos previos o recursos. Después de identificar cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la Planificación Lookahead, se procede a realizar el análisis de las restricciones.

C. Análisis de Restricciones.- Luego que las asignaciones o tareas sean identificadas, se someterán a un análisis de restricciones. En la Tabla N° 08 se plantea un ejemplo de un análisis de restricciones para el proceso Lookahead, las que pueden ser de diseño, trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos y además una categoría ampliable para otras restricciones.

Tabla 8: Análisis de Restricciones

ACTIVIDAD	DISEÑO	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPOS	PRE-REQUISITOS
A	No	Si	Si	Si	Si
B	Si	Si	Si	No	Si
C	No	Si	Si	Si	No
D	Si	Si	No	Si	Si
E	Si	No	Si	No	Si

Fuente: Elaboración Propia, 2021

El Análisis de Restricciones no involucra unicamente poner un "Si" o un "No", ya que detrás de eso existen dos procesos claves para poder liberar las restricciones, éstos son: Revisión de las restricciones y Preparación de las restricciones.

- La Revisión de las Restricciones permite determinar el estado de las tareas en la planificación intermedia en relación a sus restricciones y a la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual, se puede escoger adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro.
- La Preparación de las restricciones permite tomar las acciones necesarias para remover las restricciones o limitaciones de las actividades, para que así estén dispuestas para comenzar en el momento fijado.

Existen dos tipos de Restricciones:

- Restricciones Físicas.- Maquinaria, Equipos, materiales, mano de obra, etc.
- Restricciones Políticas.- Huelgas sindicales, paro de transportistas, conflictos sociales, etc.

D. Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE).- El inventario de trabajo ejecutable está compuesto por todas las tareas que poseen alta probabilidad de ejecutarse, es decir, está conformado por las tareas de la planificación Lookahead que tienen liberadas sus

restricciones. De esta manera se crea un inventario de tareas que sabemos que pueden ser ejecutadas. Dentro del Inventario de Trabajo Ejecutable puede existir el siguiente tipo de actividad:

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al ITE de la semana en curso que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación ideal de todo planificador).

Si una actividad del Plan de Trabajo Semanal no es capaz de ser ejecutada o si se ejecutan algunas actividades antes de lo esperado, el inventario de Trabajos Ejecutables proveerá otras actividades, con lo que las cuadrillas de producción no quedarán ociosas, o lo que sería peor, no terminarán realizando tareas al azar que se salgan de la secuencia de trabajo y que más tarde generen trabajos más costosos o de mayor dificultad. Las actividades listas para ejecutar deben cumplir los mismos criterios de calidad que las asignaciones de la semana.

Luego de haber creado el inventario de trabajo ejecutable, estamos en condiciones de crear un Plan de Trabajo Semanal (PTS), que no es más que seleccionar un conjunto de actividades del ITE que se realizarán en la semana siguiente.

E. Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan).- Este nivel es de detalle previo a la ejecución de una tarea y que tiene como objetivo el control de las unidades de producción. Lo que se busca es lograr progresivamente asignaciones de mayor calidad en base al aprendizaje continuo y con acciones correctivas. El responsable de realizar esta etapa es el denominado último planificador (Last Planner), que puede ser un ingeniero de campo, un maestro de obra, supervisores, etc. Es decir puede ser todas aquellas personas que están como responsables directamente en campo y están en contacto con las unidades de producción.

El Weekly Work Plan se elabora en base a la selección de tareas que tenemos de la lista de reserva de trabajo ejecutable (Workable Backlog). Por ello "asignaciones de calidad" (Quality Assignments) se denomina a la acción de escoger que tareas serán ejecutadas en la siguiente semana desde lo que sabemos que tiene alta probabilidad de ser cumplido (Ballard, 2000).

La forma de medir el desempeño del Weekly Work Plan para poder estimar su calidad en cuanto a cumplimiento, se realiza a través del Porcentaje de Actividad Completada (Percent Activity Complete - PAC). Este paso es importante ya que nos sirve de retroalimentación para poder luego implementar mejoras y aprender de las fallas al momento de asignar una tarea.

Tabla 9: Ejemplo del Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UND	% COMPLETADO		LOGRADO		ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO
				PLANIFICADO	REAL	SI	NO	
1	A	R. Cárdenas	m2	60	60	X		
2	B	M. Vásquez	m3	120	85		X	Razón de No Cumplimiento
3	C	R. Cárdenas	ml	80	70	X		
4	D	M. Vásquez	pto	75	75		X	Razón de No Cumplimiento
5	E	R. Cárdenas	pza	100	100	X		

Fuente: Elaboración Propia, 2021

3.5.3. Determinación de Partidas Restrictivas

Uno de los procesos requeridos es la selección de las principales partidas del presupuesto de obra que pueden ser restrictivas a las partidas de concreto armado, analizar las restricciones originadas y cuales se requieren monitorear para mejorar la performance de las mismas.

A. Estructuras

El presente estudio considera las partidas de obras de concreto armado en elementos estructurales con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyos diseños figuran en los planos estructurales así como también lo especificado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Acero $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Descripción:

Se deberán seguir las especificaciones indicadas en las generalidades de concreto armado. El acero es un material obtenido de la fundición en altos hornos para el refuerzo de concreto generalmente logrado bajo las Normas ASTM-A 615, A 616, A 617; sobre la base de su carga de fluencia $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, carga de rotura mínima $5,900 \text{ kg/cm}^2$, elongación de 20 cm, mínimo 8%.

Materiales:

Se deberán respetar los diámetros de todos los aceros estructurales especificados en los planos, cuyo peso y diámetro deberá ser de acuerdo a las Normas. Las varillas de acero corrugado o liso según especificaciones técnicas, serán de diámetros de 1/4", 3/8", 5/8", 3/4" y 1" con longitudes de 9 mts.

Proceso Constructivo:

El método de ejecución debe realizarse de acuerdo a lo especificado para el acero en la descripción general de estructuras de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Las varillas deben de estar libres de defectos, dobleces y/o curvas. No se permitirá el redoblado ni enderezamiento del acero obtenido sobre la base de torsiones y otras formas de trabajo en frío.

Se define la forma de la estructura según planos del proyecto y se fabrican los deferentes elementos metálicos como estribos, refuerzos longitudinales para esfuerzos de tracción, compresión y torsión, ganchos y otros; armados todos estos a una separación específica.

Restricciones:

Las restricciones que se generan en éstas actividades se relacionan en primer lugar a aspectos logísticos (adquisición oportuna del materia), habilitación y colocación en los elementos

estructurales. Las solicitudes de compra a veces no son procesadas a tiempo o en algunos casos en las cuales las solicitudes para la adquisición se realizan oportunamente es el proveedor que incumple por falta de stock.

En el caso de las tareas de habilitación podría no haber personal calificado, area de trabajo, herramientas, equipos para traslado al frente de trabajo.

La colocación se ve restringida por la inadecuada distribución o diámetros diferentes a los especificados en los planos por falta de un adecuado proceso de control de calidad, las mismas que muchas veces desencadenan en observaciones o necesidad de rehacer trabajos.

Encofrado y Desencofrado

Descripción:

Esta partida comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera necesarias para el vaciado del concreto de las vigas de cimentación, los alambres que se emplean para amarrar los encofrados no deberán de atravesar las caras del concreto que quedan expuestas en la obra terminada.

Materiales:

Para la ejecución de estas partidas se usara pies derechos o elementos verticales y formas de madera que sirvan de soporte con la finalidad de garantizar que los elementos estructurales cumplan con las dimensiones y especificaciones técnicas requeridas.

Proceso Constructivo:

El método de ejecución debe realizarse definiendo las dimensiones de la estructura según los planos y especificaciones técnicas para la fabricación de moldes alrededor de la armadura de acero con los los espaciamientos necesarios.

Restricciones:

El control de calidad del material está ligado directamente con las restricciones para la ejecución de éstas partidas, así como el uso inadecuado de la madera o en mal estado de ésta (tipo, humedad o fatiga), falta de verticalidad, alineación y dimensionamiento, control de calidad en la habilitación; desencadenan en observaciones o necesidad de rehacer trabajos.

Es necesario considerar también como una restricción los factores de seguridad en obra ya que el no uso o inadecuado uso de andamios y/o equipos, maniobras temerarias, falta Equipos de Protección Personal para el personal obrero, elementos de protección colectiva, etc, pueden retrasar o paralizar la ejecución de los trabajos.

Concreto Armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción:

Los trabajos para estas partidas consisten en realizar vaciado del concreto en elementos estructurales dosificando los materiales componentes en proporciones prediseñadas capaz de ser colocada sin segregaciones, con la finalidad de lograr las resistencias especificadas en su estado endurecido.

Materiales:

El concreto para vigas de cimentación, será una mezcla de agua y cemento - arena y piedra (preparados en una mezcladora mecánica) dentro del cual se dispondrán las armaduras de acero de acuerdo a los planos de estructura y que son el soporte de las cargas de la edificación que se transmite al suelo.

Proceso Constructivo:

El método de fabricación del concreto se realiza mediante procesos de premezclado o preparado insitu, este segundo requiere tener todos los materiales a disposición en el frente de

trabajo para poder ser combinados a proporciones indicadas en el diseño de mezclas y las Especificaciones Técnicas.

Restricciones:

El control de calidad del material está ligado directamente con las restricciones para la ejecución de éstas partidas ya que se requiere un control imprescindible, para cumplir las propiedades en el estado fresco (trabajabilidad y consistencia). En algunos casos sucede que los camiones mixer que transportan el concreto premezclado incurren en tiempos de demora por lo cual la mezcla supera el tiempo máximo de fabricación.

Del mismo modo la seguridad puede verse comprometida por no implementar adecuadas medidas de prevención antes como durante la actividad (señalización, protocolos de trabado, checklist, permisos y otros; pudiendo originar retrasos, tiempos muertos y paralizaciones.

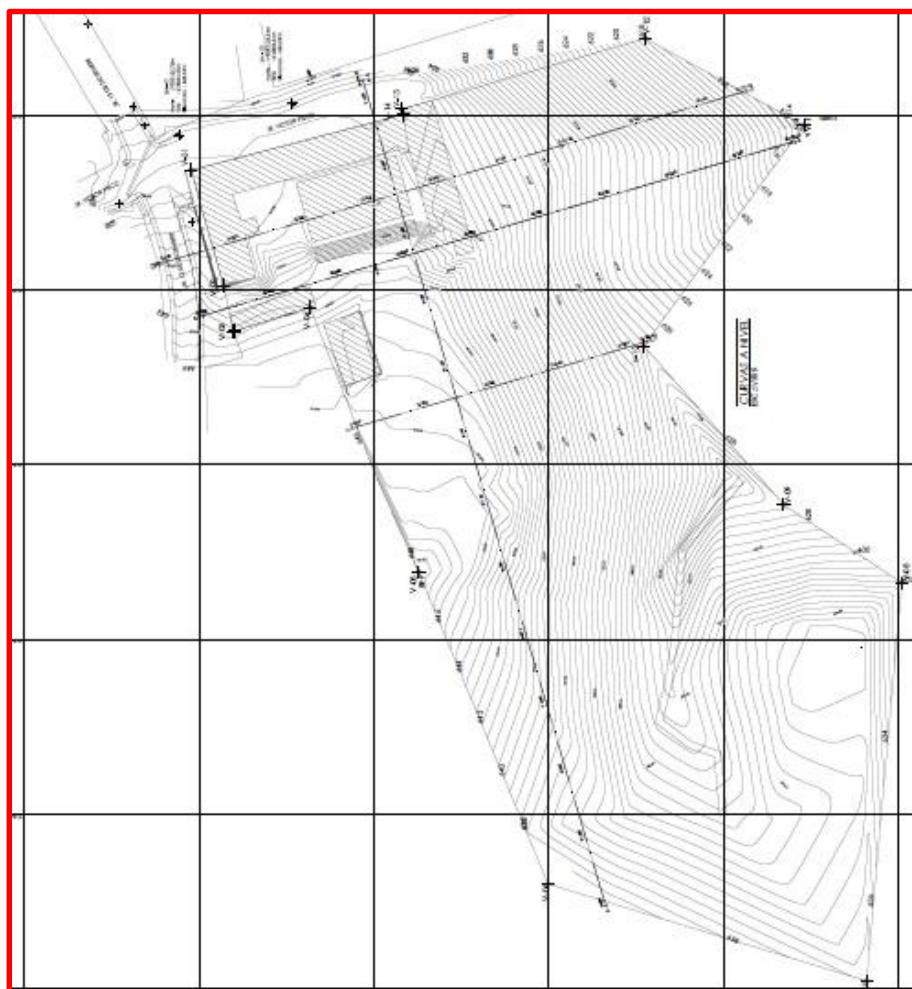
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

La obra unidad de análisis se denomina “Mejoramiento integral de las condiciones básicas en la Institución Educativa N° 0292, distrito de Tabalosos, provincia de Lamas - San Martín”. La Institución Educativa N° 0292, se ubica en el Jr. Victor Pisco Sánchez N° 402, barrio San Juan del distrito de Tabalosos. Sus linderos y medidas perimétricas son los siguientes:

- Por el frente: 327.80 MI, colinda con terceros.
- Por el fondo: 235.00 MI, colinda con el Sr. Julio Chujutalli Córdova y Juan Saboya Saboya.
- Por la izquierda: 270.00 MI, colinda con terceros
- Por la derecha: 153.70 MI, colinda con terceros.

Gráfico N° 5: Esquema del terreno donde se ejecuta la obra



Fuente: Elaboración propia, 2021 con plano topográfico del expediente técnico.

La principal vía de acceso al distrito de Tabalosos, es a través de la carretera asfaltada “Fernando Belaúnde Terry” desde la ciudad de Tarapoto con dirección norte, realizando un recorrido de 34 Km. Aproximadamente hasta llegar a la ciudad de Tabalosos. Con respecto al acceso a la institución educativa en estudio el estudiante tiene el ingreso sin ninguna dificultad en vista que las calles pavimentados y afirmados se encuentran bien conservados.

El proyecto beneficiará a un aproximado de 690 estudiantes de los niveles primaria y secundaria (Censo Educativo 2021 – MINEDU). Todas las edificaciones proyectadas fueron planteadas conservando características volumétricas similares, edificaciones de uno y de dos pisos con techo de losa maciza inclinada a dos aguas, permitiendo de esta manera que las visuales del conjunto arquitectónico muestren un perfil horizontal, sencillo y muy práctico, logrando integrar a la I.E.I. N° 0292 – Tabalosos con el perfil urbano del entorno, también se relaciona con el contexto y se consigue brindar un carácter de edificación educativa.

Tabla N° 10: Metas físicas de las edificaciones proyectadas

PROGRAMACIÓN	AREA M2		
	CONSTRUIDA	OCUPADA	TECHADA
EDIFIC. N°01 / ADMINISTRACION	323.31	329.62	329.62
EDIFIC. N°02 / AULAS	1,185.02	559.02	559.02
EDIFIC. N°03 / AULAS	1,185.02	559.02	559.02
EDIFIC. N°04 / COMEDOR	227.75	224.29	224.29
EDIFIC. N°05 / TALLERES	496.19	496.25	496.25
EDIFIC. N°06 / LABORATORIOS	521.30	495.78	495.78
EDIFIC. N°07 / SUM	161.81	174.01	174.01
LOSA DEPORTIVA TECHADA	1,089.28	1,089.28	1,089.28
PATIO DE FORMACIÓN	534.37	534.37	534.37
TOTAL	4,100.40	2,839.99	2,839.99

Fuente: Elaboración Propia, 2021 (Con información de la Memoria Descriptiva del Expediente Técnico).

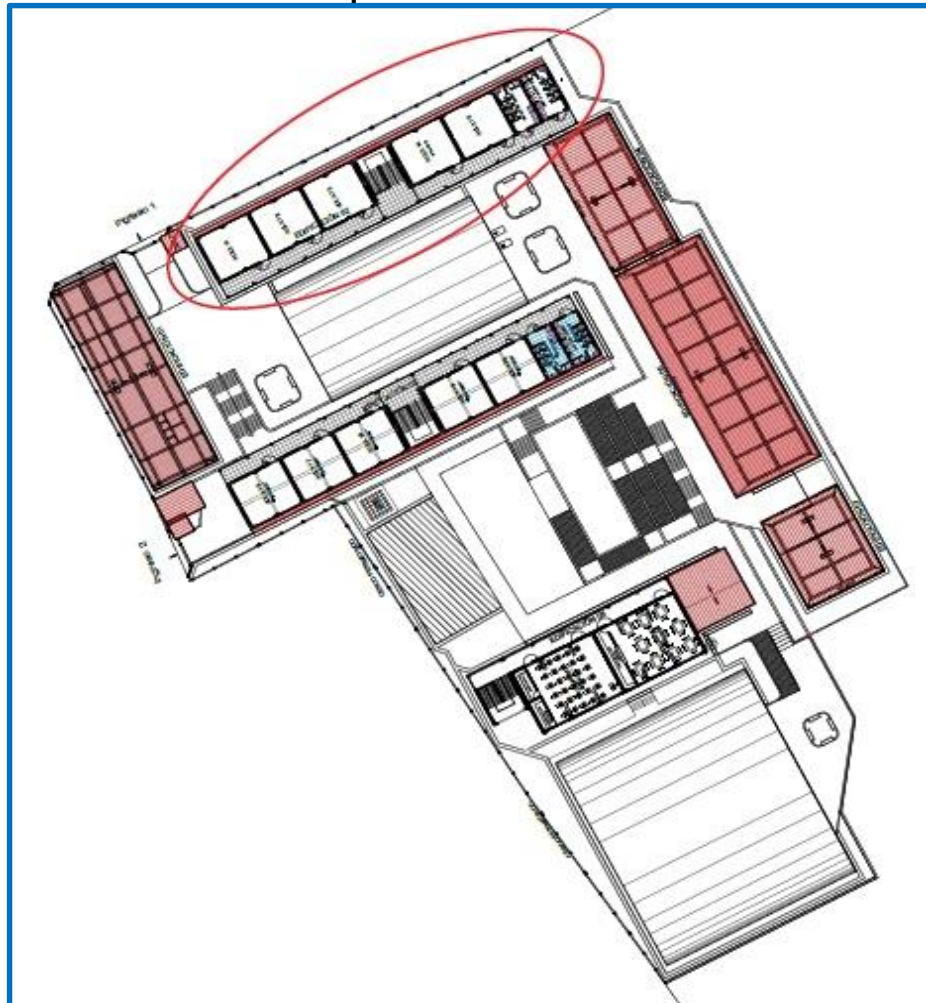
Tabla N° 11: Metas físicas de las obras exteriores

DESCRIPCION DE ESPACIOS	CANTIDAD	AREA OCUPADA	AREA TECHADA
PORTADA DE INGRESO	02		
CISTERNA + TANQUE ELEVADO	01		
BANCAS DE CONCRETO	15		
ASTA DE BANDERA	02		
PARARRAYO	01		
PUNTOS ECOLOGICOS	05		
CUNETAS DE DRENAJE PLUVIAL		287.20	
REJILLA METALICA EN CUNETAS		94.87	
PATIOS Y VEREDAS DE CONCRETO		870.81	
RAMPAS DE CONCRETO		263.45	
VEREDAS ADOQUINADO		1,353.33	
CASETA DE VIGILANCIA	02	17.40	17.40
CASETA DE FUERZA	01	25.42	25.42
AREA OCUPADA EXTERIORES		2,912.48	42.82

Fuente: Elaboración Propia, 2021 (Con información de la Memoria Descriptiva del Expediente Técnico).

Los alcances de la planimetría general se detallan a continuación.

Gráfico N° 6: Diseño Arquitectónico de la I.E N°0292 – Primer Nivel



Fuente: Elaboración propia 2021, con plano de arquitectura del expediente técnico.

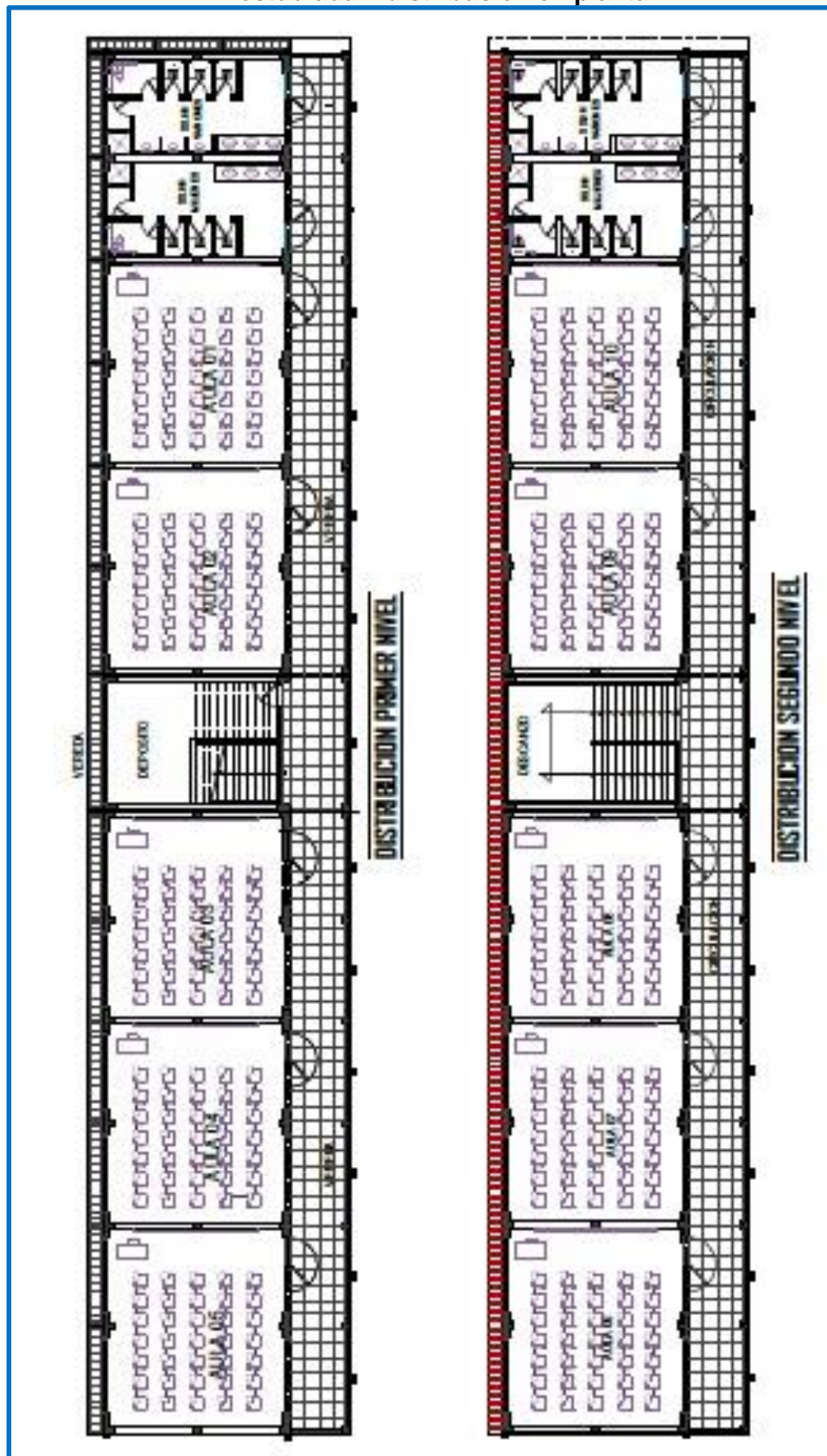
Gráfico N° 7: Diseño Arquitectónico de la I.E N°0292–Segundo Nivel



Fuente: Elaboración propia 2021, con plano de arquitectura del expediente técnico.

La unidad de análisis estudiada es la edificación 2, la misma que se encuentra marcada en los gráficos N° 7 y N° 8, presentados anteriormente.

Gráfico N° 8: Diseño Arquitectónico de la Edificación N° 02 de la obra estudiada – distribución en planta



Fuente: Elaboración propia 2021, con plano de arquitectura del expediente técnico.

Gráfico N° 9: Diseño Arquitectónico de la Edificación N° 02 de la obra estudiada - Elevaciones



Fuente: Elaboración propia 2021, con plano de arquitectura del expediente técnico

4.1.1. Aplicación de la Herramienta Last Planner

Mediante la aplicación de la herramienta Last Planner se pudo controlar las partidas seleccionadas de la obra desde el cronograma inicial hasta la etapa de ejecución de las partidas.

Para el caso de estudio se aplicaron los criterios planteados por la filosofía Lean Construction para la etapa de planeación y programación de la obra. Así mismo se determinaron las partidas restrictivas al concreto armado para la unidad de análisis, las mismas que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 12: Partidas de concreto armado analizadas

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	COSTO UNITARIO	RENDIMIENTO	COSTO PARCIAL
01	ESTRUCTURAS					
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
01.05.01	ZAPATAS					
01.05.01.01	CONCRETO EN ZAPATAS F'C= 210 KG/CM2.	m3	6.25	486.38	25 m3/dia	S/. 3,039.88
01.05.01.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2 EN ZAPATAS	kg	175.97	4.58	250 kg/dia	S/. 805.94
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION					S/. 0.00
01.05.03.01	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION F'C=210	m3	101.50	481.77	22 m3/dia	S/. 48,899.66
01.05.03.02	ACERO FY=4200 Kg/cm2 EN VIGAS EN T	kg	5,236.31	4.59	250 kg/dia	S/. 24,034.66
01.05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE	m2	110.93	63.1	14 m2/dia	S/. 6,999.68
01.05.05	COLUMNAS					
01.05.05.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'C=210 Kg/cm2	m3	50.76	573.93	12 m3/dia	S/. 29,132.69
01.05.05.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2 EN COLUMNAS	kg	9,053.84	4.59	250 kg/dia	S/. 41,557.13
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	487.45	74.02	10 m2/dia	S/. 36,081.05
01.05.07	VIGAS					S/. 0.00
01.05.07.01	CONCRETO EN VIGAS F'C=210 Kg/cm2	m3	46.70	502.92	20 m3/dia	S/. 23,486.36
01.05.07.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2 EN VIGAS	kg	6,305.91	4.59	250 kg/dia	S/. 28,944.13
01.05.07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS LINEAL	m2	362.79	82.49	10 m2/dia	S/. 29,926.55
01.05.08	LOSA ALIGERADA					S/. 0.00
01.05.08.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA F'C=210 Kg/cm2	m3	41.85	493.6	25 m3/dia	S/. 20,657.16
01.05.08.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2	kg	2,514.43	5.03	250 kg/dia	S/. 12,647.58
01.05.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	478.33	49.06	22 m2/dia	S/. 23,466.87
01.05.09	LOSA MACIZA					S/. 0.00
01.05.09.01	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2. EN LOSA MACIZA	m3	9.66	490.29	20 m3/dia	S/. 4,736.20
01.05.09.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2	kg	1,071.24	4.59	250 kg/dia	S/. 4,916.99
01.05.09.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	94.35	53.5	22 m2/dia	S/. 5,047.73
PRESUPUESTO TOTAL DE ACTIVIDADES PREVIAS AL VACIADO DE CONCRETO SELECCIONADAS						S/. 344,380.25

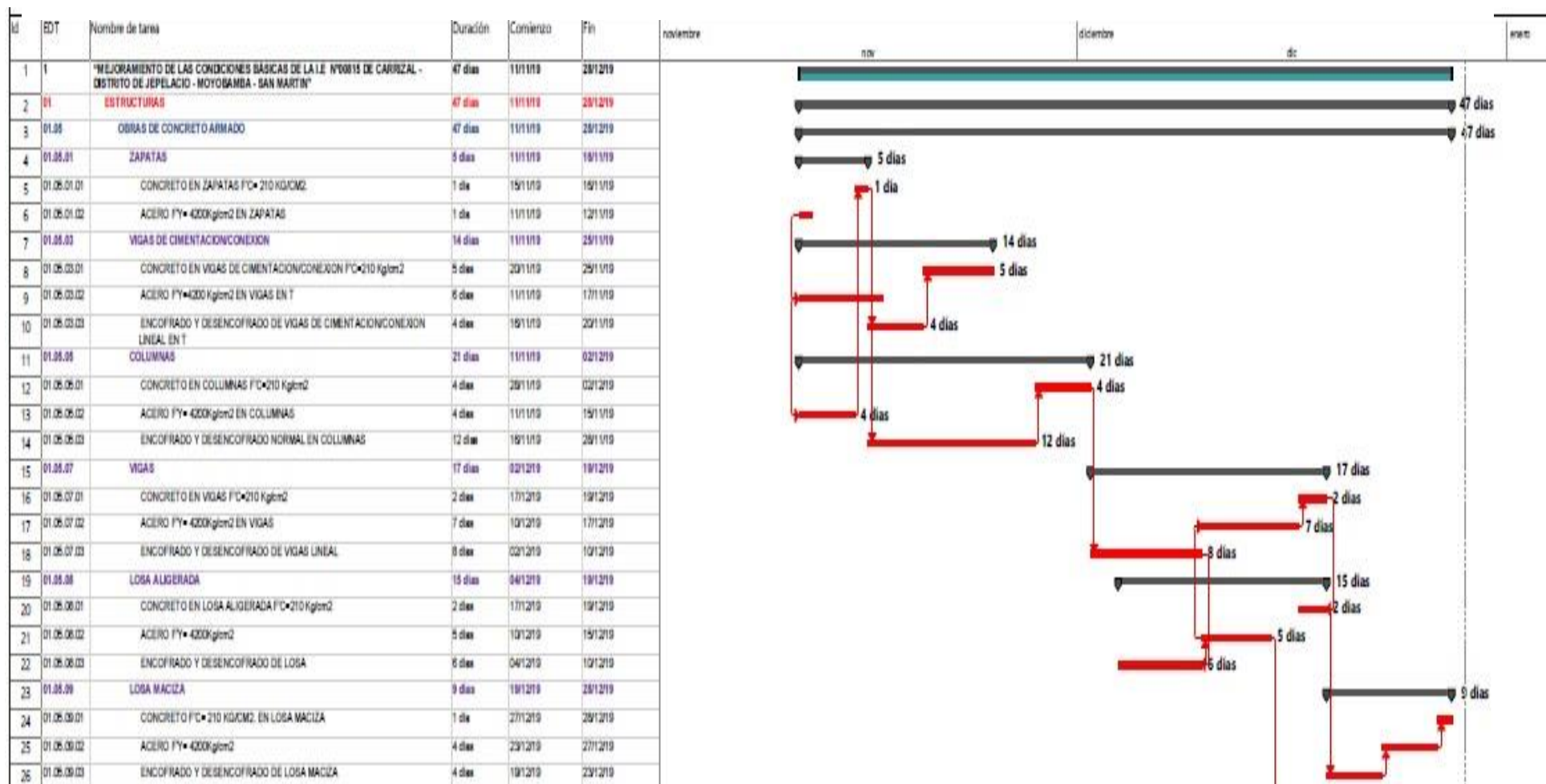
Fuente: Elaboración Propia, 2021, con información del presupuesto del expediente tecnico

A. Desarrollo del Plan Maestro.

Esta herramienta nos permitió elaborar una programación confiable, en función al cronograma inicial, la misma que se realizó con los profesionales que tienen relación directa con los aspectos de dirección de la obra y tuvieron las facultades adquiridas para la toma de decisiones (Ingeniero Residente, maestro de obra, responsables de cuadrillas). Este procedimiento se desarrolló con el objetivo de recopilar la mayor cantidad

de información sobre los requerimientos de los clientes y proveedores dentro de la cadena del proceso de ejecución de obra teniendo en cuenta la secuencia lógica constructiva y la ruta crítica. El Plan Maestro tendrá su medición en Porcentaje de plan cumplido (PPC).

Gráfico 10: Plan Maestro - Cronograma Inicial



Fuente: Elaboración propia 2021.

B. Porcentaje de Actividades Completadas.

La aplicación de ésta herramienta nos permite evaluar el cronograma inicial (Plan Maestro) y compararlo semanalmente con la ejecución real de las actividades.

Tabla 13: Actividades Completadas (PAC) – Principales Causas de Incumplimiento Semana 1

SEMANA N° 01								
ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UND	% COMPLETADO		LOGRADO		ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO
				PLANIFICADO	REAL	SI	NO	
01	ESTRUCTURAS							
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.05.01	ZAPATAS							
01.05.01.01	CONCRETO EN ZAPATAS F'C= 210 KG/CM2.	R. CARDENAS	m3	6.25	6.25	X		
01.05.01.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2 EN ZAPATAS	M. VASQUEZ	kg	175.97	175.97	X		
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION							
01.05.03.02	ACERO FY=4200 Kg/cm2 EN VIGAS EN T	M. VASQUEZ	kg	5,236.31	5,236.31	X		
01.05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION LINEAL EN T	R. CARDENAS	m2	27.73	24.62		X	Espera por materiales
01.05.05	COLUMNAS							
01.05.05.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2 EN COLUMNAS	M. VASQUEZ	kg	9,053.84	9,053.84	X		
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	R. CARDENAS	m2	39.00	27.85		X	Espera por materiales

Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

Tabla 14: Actividades Completadas (PAC) – Principales Causas de Incumplimiento Semana 2

SEMANA N° 02								
ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UND	% COMPLETADO		LOGRADO		ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO
				PLANIFICADO	REAL	SI	NO	
01	ESTRUCTURAS							
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION							
01.05.03.01	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION F'C=210 Kg/cm2	R. CARDENAS	m3	81.20	78.45		X	Movimiento innecesario de personas
01.05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION LINEAL EN T	R. CARDENAS	m2	110.93	110.93	X		
01.05.05	COLUMNAS							
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	R. CARDENAS	m2	292.47	285.80		X	Trabajo rehecho

Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

Tabla 15: Actividades Completadas (PAC) – Principales Causas de Incumplimiento Semana 3

SEMANA N° 03								
ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UND	% COMPLETADO		LOGRADO		ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO
				PLANIFICADO	REAL	SI	NO	
01	ESTRUCTURAS							
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION							
01.05.03.01	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION FC=210 Kg/cm ²	R. CARDENAS	m ³	101.50	101.5	X		
01.05.05	COLUMNAS							
01.05.05.01	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 Kg/cm ²	R. CARDENAS	m ³	38.07	40.10	X		
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRAO NORMAL EN COLUMNAS	R. CARDENAS	m ²	487.45	487.45	X		

Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

Tabla 16: Actividades Completadas (PAC) – Principales Causas de Incumplimiento Semana 4

SEMANA N° 04								
ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UND	% COMPLETADO		LOGRADO		ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO
				PLANIFICADO	REAL	SI	NO	
01	ESTRUCTURAS							
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.05.05	COLUMNAS							
01.05.05.01	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 Kg/cm ²	R. CARDENAS	m ³	50.76	50.76	X		Actividad adelantada
01.05.07	VIGAS							
01.05.07.02	ACERO F ^Y = 4200Kg/cm ² EN VIGAS	M. VASQUEZ	kg	4,729.43	4,230.00		X	Espera por materiales
01.05.08	LOSA ALIGERADA							
01.05.08.02	ACERO F ^Y = 4200Kg/cm ²	M. VASQUEZ	kg	2,162.41	1,828.00		X	Espera por materiales

Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

Tabla 17: Actividades Completadas (PAC) – Principales Causas de Incumplimiento Semana 5

SEMANA N° 05								
ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UND	% COMPLETADO		LOGRADO		ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO
				PLANIFICADO	REAL	SI	NO	
01	ESTRUCTURAS							
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.05.07	VIGAS							
01.05.07.01	CONCRETO EN VIGAS FC=210 Kg/cm ²	R. CARDENAS	m ³					
01.05.07.02	ACERO F ^Y = 4200Kg/cm ² EN VIGAS	M. VASQUEZ	kg	6,305.91	6,305.91	X		
01.05.07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRAO DE VIGAS LINEAL	R. CARDENAS	m ²	110.93	110.93	X		
01.05.08	LOSA ALIGERADA							
01.05.08.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA FC=210 Kg/cm ²	R. CARDENAS	m ³	41.85	41.85	X		
01.05.08.02	ACERO F ^Y = 4200Kg/cm ²	M. VASQUEZ	kg	2,514.43	2,514.43	X		
01.05.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRAO DE LOSA	R. CARDENAS	m ²	478.33	478.33	X		
01.05.09	LOSA MACIZA							
01.05.09.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRAO DE LOSA MACIZA	R. CARDENAS	m ²	70.76	50.15		X	Trabajo rehecho

Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

Tabla 18: Actividades Completadas (PAC) – Principales Causas de Incumplimiento Semana 6

SEMANA N° 06								
ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	UND	% COMPLETADO		LOGRADO		ANÁLISIS DE NO CUMPLIMIENTO
				PLANIFICADO	REAL	SI	NO	
01	ESTRUCTURAS							
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.05.09	LOSA MACIZA							
01.05.09.01	CONCRETO F'c= 210 KG/CM2. EN LOSA MACIZA	R. CARDENAS	m3	9.66	9.66	X		
01.05.09.02	ACERO F'Y= 4200Kg/cm2	M. VASQUEZ	kg	1,071.24	1,071.24	X		
01.05.09.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA MACIZA	R. CARDENAS	m2	94.35	94.35	X		

Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

Con los resultados obtenidos y presentados en las tablas N° 13, 14, 15, 16, 17 y 18 podemos calcular el porcentaje de actividades completadas (PAC).

Tabla 19: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 1

SEMANA N° 01				
ITEM	ACTIVIDAD	% COMPLETADO		
		PLANIFICADO	REAL	%
01	ESTRUCTURAS			
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.05.01	ZAPATAS			
01.05.01.01	CONCRETO EN ZAPATAS F'c= 210 KG/CM2.	6.25	6.25	100.00%
01.05.01.02	ACERO F'Y= 4200Kg/cm2 EN ZAPATAS	175.97	175.97	100.00%
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION			
01.05.03.02	ACERO F'Y=4200 Kg/cm2 EN VIGAS EN T	5,236.31	5,236.31	100.00%
01.05.03.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION LINEAL EN T	27.73	24.62	88.78%
01.05.05	COLUMNAS			
01.05.05.02	ACERO F'Y= 4200Kg/cm2 EN COLUMNAS	9,053.84	9,053.84	100.00%
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	39.00	27.85	71.42%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 20: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 2

SEMANA N° 02				
ITEM	ACTIVIDAD	% COMPLETADO		
		PLANIFICADO	REAL	%
01	ESTRUCTURAS			
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION			
01.05.03.01	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION F'c=210 Kg/cm ²	81.20	78.45	96.61%
01.05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION LINEAL EN T	110.93	110.93	100.00%
01.05.05	COLUMNAS			
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	292.47	285.80	97.72%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 21: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 3

SEMANA N° 03				
ITEM	ACTIVIDAD	% COMPLETADO		
		PLANIFICADO	REAL	%
01	ESTRUCTURAS			
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION			
01.05.03.01	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION F'c=210 Kg/cm ²	101.50	101.5	100.00%
01.05.05	COLUMNAS			
01.05.05.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'c=210 Kg/cm ²	38.07	40.10	105.33%
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	487.45	487.45	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 22: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 4

SEMANA N° 04				
ITEM	ACTIVIDAD	% COMPLETADO		
		PLANIFICADO	REAL	%
01	ESTRUCTURAS			
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.05.05	COLUMNAS			
01.05.05.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'c=210 Kg/cm ²	50.76	50.76	100.00%
01.05.07	VIGAS			
01.05.07.02	ACERO F'Y= 4200Kg/cm ² EN VIGAS	4,729.43	4,230.00	89.44%
01.05.08	LOSA ALIGERADA			
01.05.08.02	ACERO F'Y= 4200Kg/cm ²	2,162.41	1,828.00	84.54%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 23: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 5

SEMANA N° 05				
ITEM	ACTIVIDAD	% COMPLETADO		
		PLANIFICADO	REAL	%
01	ESTRUCTURAS			
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.05.07	VIGAS			
01.05.07.01	CONCRETO EN VIGAS FC=210 Kg/cm2			
01.05.07.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2 EN VIGAS	6,305.91	6,305.91	100.00%
01.05.07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS LINEAL	110.93	110.93	100.00%
01.05.08	LOSA ALIGERADA			
01.05.08.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA FC=210 Kg/cm2	41.85	41.85	100.00%
01.05.08.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2	2,514.43	2,514.43	100.00%
01.05.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	478.33	478.33	100.00%
01.05.09	LOSA MACIZA			
01.05.09.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	70.76	50.15	70.87%

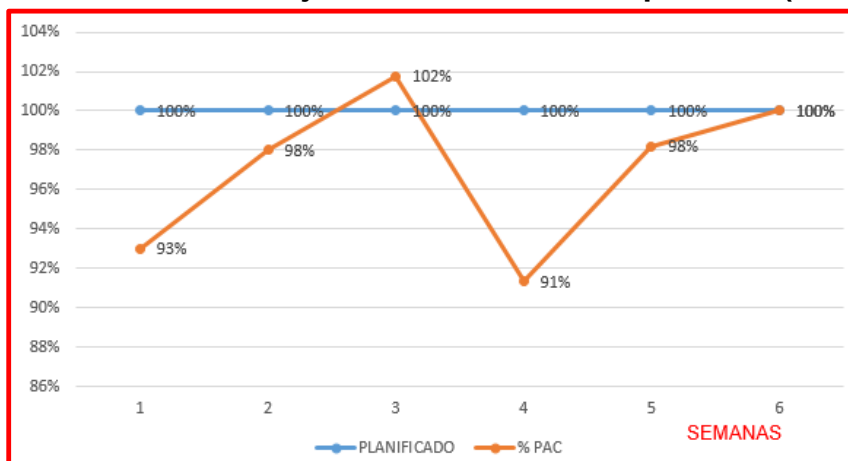
Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 24: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) – Semana 6

SEMANA N° 06				
ITEM	ACTIVIDAD	% COMPLETADO		
		PLANIFICADO	REAL	%
01	ESTRUCTURAS			
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.05.09	LOSA MACIZA			
01.05.09.01	CONCRETO FC= 210 KG/CM2. EN LOSA MACIZA	9.66	9.66	100.00%
01.05.09.02	ACERO FY= 4200Kg/cm2	1,071.24	1,071.24	100.00%
01.05.09.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	94.35	94.35	100.00%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Gráfico 11: Porcentaje de Actividades Completadas (PAC)



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

C. Identificación de las Pérdidas mas Frecuentes

La identificación de las perdidas mas frecuentes se realizo mediante el levantamiento de información en campo de las actividades seleccionadas utilizando la ficha que se presenta acontinuación:

Tabla 25: Ficha para la Identificación de las Pérdidas más Frecuentes

FICHA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS MÁS FRECUENTES		
Partida:		
ITEM	TIPO DE PERDIDA	IDENTIFICACIÓN
1	Trabajo rehecho	
2	Daño de materiales	
3	Daño de herramientas y/o maquinarias	
4	Espera por instrucciones	
5	Espera por materiales	
6	Espera por herramientas o maquinarias	
7	Espera por mano de obra	
8	Movimiento innecesario de personas	
9	Movimiento innecesario de materiales o herramientas	
10	Trabajo innecesario	
11	Extravío	
12	Materiales Sobrantes	
13	Herramientas y maquinarias no utilizadas	
14	Desaprovechar capacidades del personal	
15	Desaprovechar motivación del personal	
16	Exceso de producción	
17	Equipamiento y materiales altamente sofisticado	
18	Hacer por hacer	
Nota:	Marque con una X los tipos de pérdida que usted identifica dentro de la partida a estudiar (máximo 5 tipos)	

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Los resultados de las pérdidas más frecuentes identificadas para cada una de las partidas seleccionadas y evaluadas se adjuntan en la sección de anexos.

D. Identificación de Fuentes de Pérdidas

Una vez finalizada la actividad de “Identificación de las Pérdidas más Frecuentes” se procedió a la identificación de las causas de estas pérdidas.

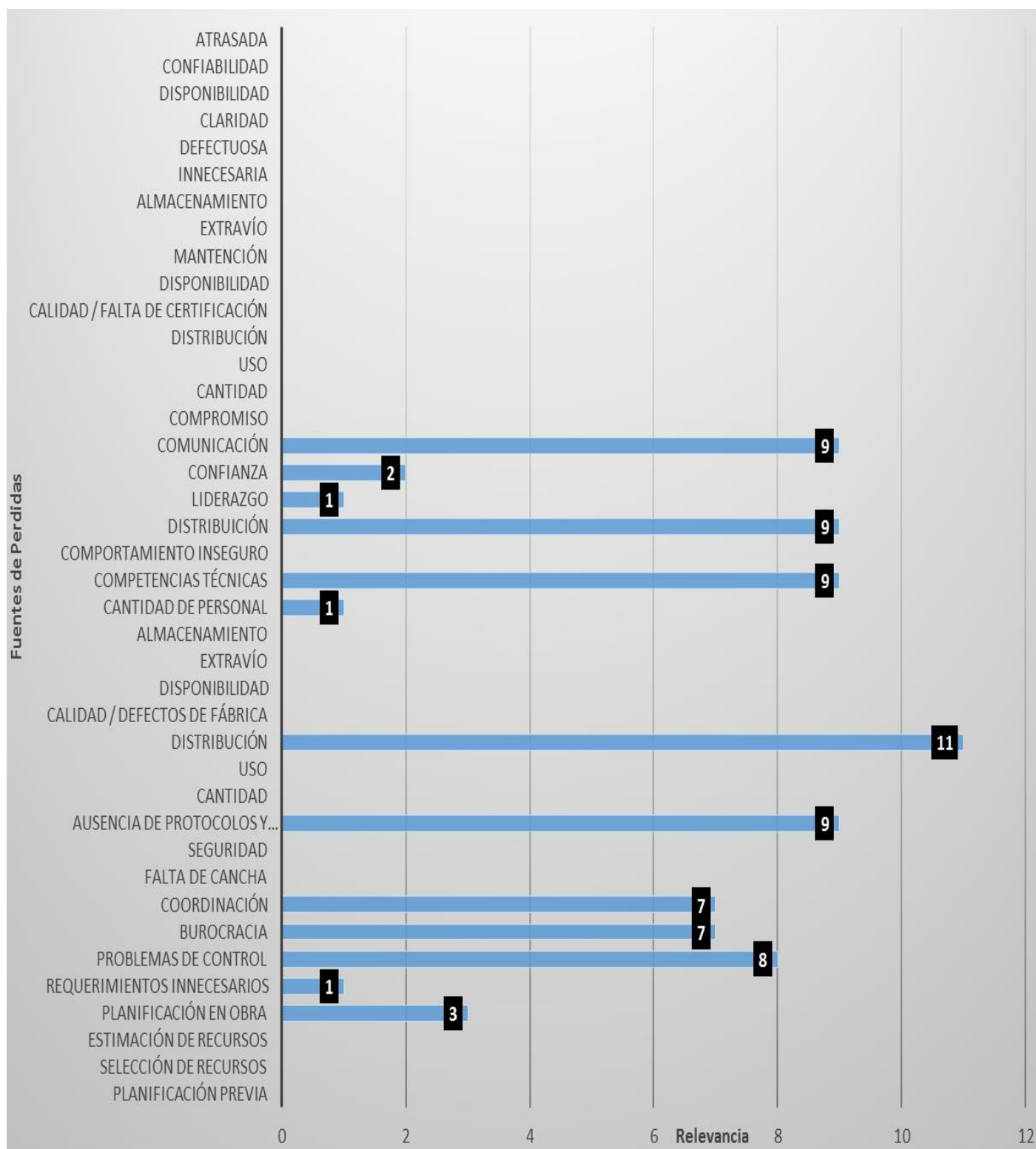
Tabla 26: Ficha para la identificación de las causas de pérdidas

FICHA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE PERDIDAS							
Partida:							
FUENTES / PERDIDAS			MÁS IMPORTANTE		MENOS IMPORTANTE		
			Perdida 1	Perdida 2	Perdida 3	Perdida 4	Perdida 5
ADMINISTRACIÓN	PLANIFICACIÓN	Planificación previa					
		Selección de Recursos					
		Estimación de Recursos					
	CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN	Planificación en obra					
		Requerimientos innecesarios					
		Problemas de control					
		Burocracia					
		Coordinación					
		Falta de Cancha					
		Seguridad					
Ausencia de protocolos y procedimientos							
RECURSOS	MATERIALES	Cantidad					
		Uso					
		Distribución					
		Calidad / Defectos de fábrica					
		Disponibilidad					
		Extravío					
	MANO DE OBRA	Cantidad de personal					
		Competencias técnicas					
		Comportamiento Inseguro					
		Distribución					
		Liderazgo					
		Confianza					
		Comunicación					
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA	Cantidad					
		Uso					
		Distribución					
		Calidad / Falta de certificación					
		Disponibilidad					
		Mantenimiento					
	SISTEMAS	TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN	Innecesaria				
			Defectuosa				
Claridad							
Disponibilidad							
Confiabilidad							
Atrasada							
Nota:		Marcar con los números 1, 3 y 5 las posibles fuentes de los tipos de pérdida, donde 1 corresponde a una fuente de menor importancia y 5 a una fuente de mayor importancia, siendo 3 una opción intermedia. Se debe destacar que se puede asociar más de una fuente a cada tipo de pérdida, pudiendo repetirse el nivel de importancia que se le otorga a cada una.					

Fuente: Elaboración Propia, 2020

Los resultados de la identificación de las causas de las perdidas mas frecuentes de cada una de las partidas seleccionadas y evaluadas se adjuntan en la sección de anexos.

Gráfico 12: Histograma de Relevancia de Fuentes de Perdidas



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

E. Aplicación del Lookahead

Luego de la aplicación de la herramienta Last Planner y analizadas las restricciones se desarrolló un listado de las mismas considerando principalmente los parámetros de diseño, materiales, mano de obra, equipos y pre-requisitos. El Análisis de Restricciones consiste en poner un "Si" (si la actividad es ejecutable) o un "No" (Si la actividad presenta algún tipo de restricción).

Tabla 27: Análisis de Restricciones

ITEM	ACTIVIDAD	DISEÑO	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPOS	PRE-REQUISITOS
01	ESTRUCTURAS					
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					
01.05.01	ZAPATAS					
01.05.01.01	CONCRETO EN ZAPATAS FC= 210 KG/CM ² .	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.01.02	ACERO FY= 4200Kg/cm ² EN ZAPATAS	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION/CONEXION					
01.05.03.01	CONCRETO EN VIGAS DE CIMENTACION FC=210 Kg/cm ²	SI	SI	NO	SI	SI
01.05.03.02	ACERO FY=4200 Kg/cm ² EN VIGAS EN T	SI	NO	SI	SI	SI
01.05.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION	SI	NO	SI	SI	SI
01.05.05	COLUMNAS					
01.05.05.01	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 Kg/cm ²	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.05.02	ACERO FY= 4200Kg/cm ² EN COLUMNAS	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	SI	NO	NO	SI	SI
01.05.07	VIGAS					
01.05.07.01	CONCRETO EN VIGAS FC=210 Kg/cm ²	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.07.02	ACERO FY= 4200Kg/cm ² EN VIGAS	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.07.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.08	LOSA ALIGERADA					
01.05.08.01	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA FC=210 Kg/cm ²	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.08.02	ACERO FY= 4200Kg/cm ²	SI	NO	SI	SI	SI
01.05.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.09	LOSA MACIZA					
01.05.09.01	CONCRETO FC= 210 KG/CM ² . EN LOSA MACIZA	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.09.02	ACERO FY= 4200Kg/cm ²	SI	SI	SI	SI	SI
01.05.09.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	SI	SI	NO	SI	SI

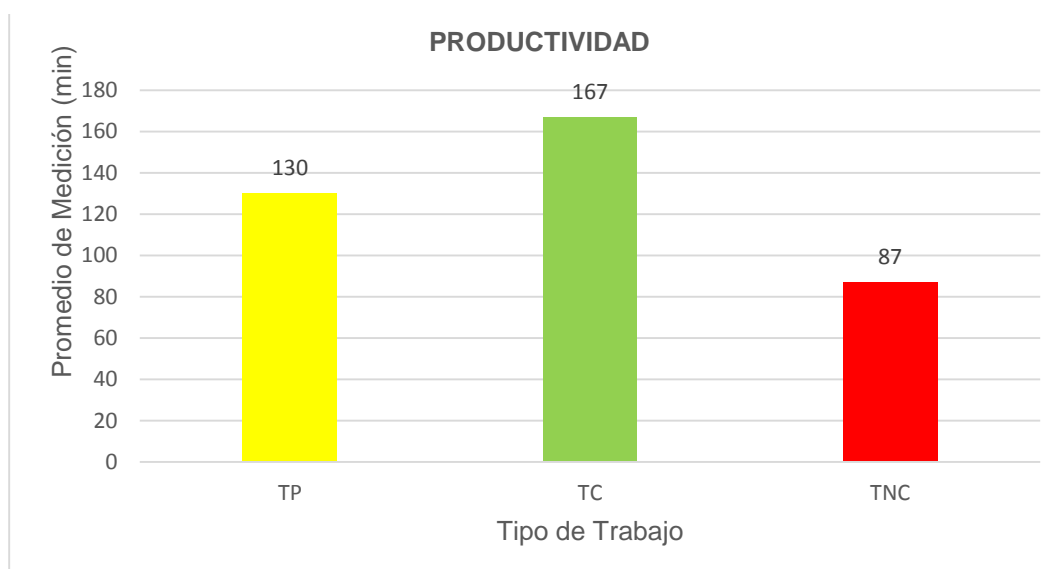
Fuente: Elaboración Propia, 2021

F. Aplicación del Nivel General de Actividades

La aplicación del nivel general de actividades consiste en una serie de mediciones de las partidas materia de análisis en las que se determina el tipo de trabajo que está ejecutando la mano de obra calificada y no calificada al momento de la medición (Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio), sin discriminar su actividad. Se determina el tipo de trabajo contributorio y no contributorio observado, mas no se puede hacer ésto en el trabajo productivo debido a que se tendría una lista enorme que solo entorpecería el proceso. Para la aplicación de ésta herramienta se

- Concreto en Vigas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 02 operarios + 02 oficiales + 10 peones. La observación se realizó el 13-12-2019.
- Concreto en Losa Aligerada $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 03 operarios + 02 oficiales + 10 peones. La observación se realizó el 13-12-2019.
- Concreto en Losa Macisa $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 02 operarios + 02 oficiales + 8 peones. La observación se realizó el 20-12-2019.

Gráfico 13: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo del Grupo de Partidas de Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

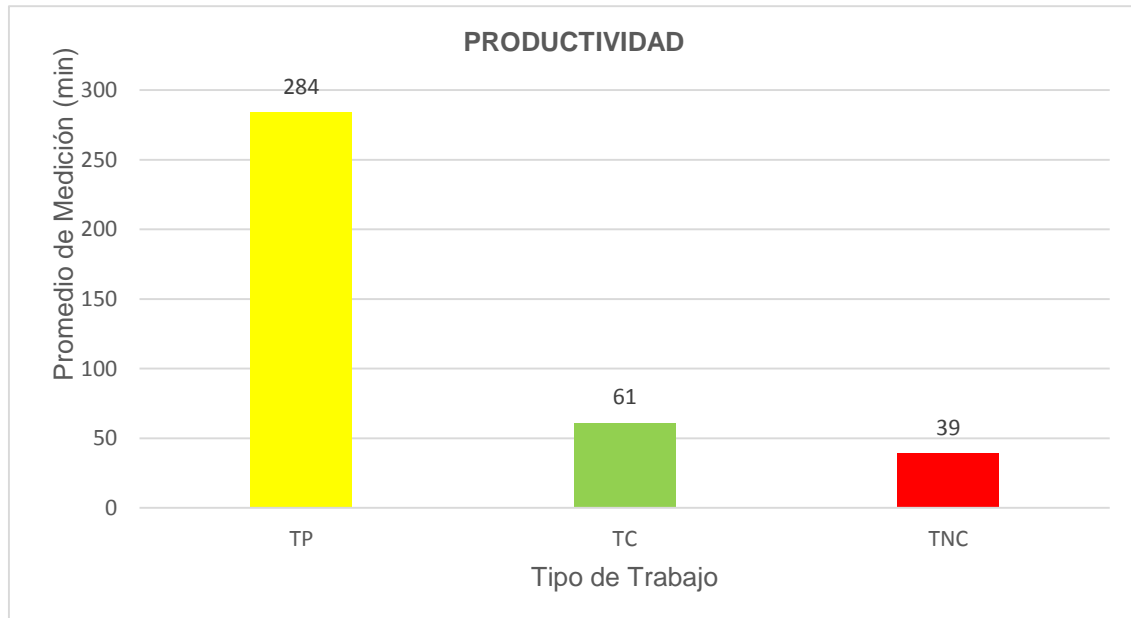
Partidas: Acero de Refuerzo

- Acero $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ en zapatas, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 01 operario + 01 oficiales. La observación se realizó el 15-11-2019.
- Acero $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ en Vigas de Cimentación, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 04 operarios + 04 oficiales. La observación se realizó el 21-11-2019.
- Acero $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ en Columnas, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 02 operarios + 02 oficiales. La observación se

realizó el 21-11-2019.

- Acero $f'y= 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ en Vigas, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 04 operarios + 04 oficiales. La observación se realizó el 07-12-2019.
- Acero $f'y= 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ en Losa Aligerada, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 02 operarios + 02 oficiales. La observación se realizó el 07-12-2019.
- Acero $f'y= 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ en Losa Macisa, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 01 operarios + 01 oficilaes. La observación se realizó el 13-12-2019.

Gráfico 14: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo del Grupo de Partidas de Acero de Refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$



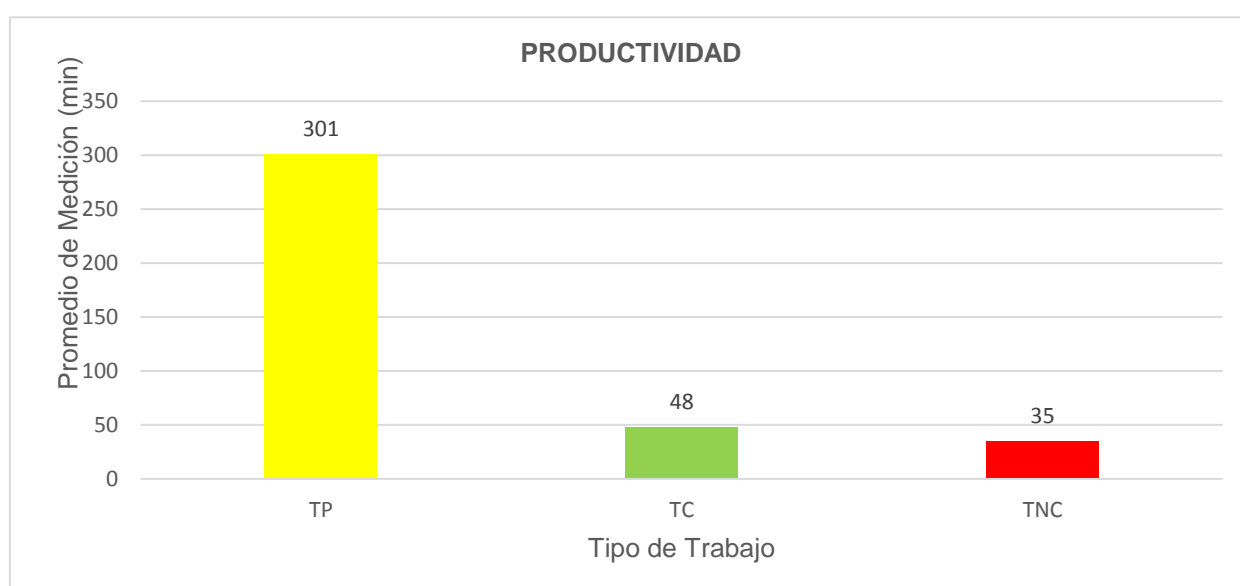
Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Partidas: Encofrado y Desencofrado

- Encofrado y desencofrado en Vigas de Cimentación, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 02 operarios + 02 oficiales + 01 peon. La observación se realizó el 21-11-2019.
- Encofrado y desencofrado en Columnas, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 04 operarios + 04 oficiales + 04 peones. La observación se realizó el 21-11-2019.
- Encofrado y desencofrado en Vigas, en la cual se observó una cuadrilla

- compuesta por: 04 operarios + 04 oficiales + 04 peones. La observación se realizó el 07-12-2019.
- Encofrado y desencofrado en Losa Aligerada, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 04 operarios + 04 oficiales + 04 peones. La observación se realizó el 07-12-2019.
 - Encofrado y desencofrado en Losa Macisa, en la cual se observó una cuadrilla compuesta por: 01 operario + 01 oficial + 01 peon. La observación se realizó el 13-12-2019.

Gráfico 15: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo del Grupo de Partidas de Encofrado y Desencofrado



Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

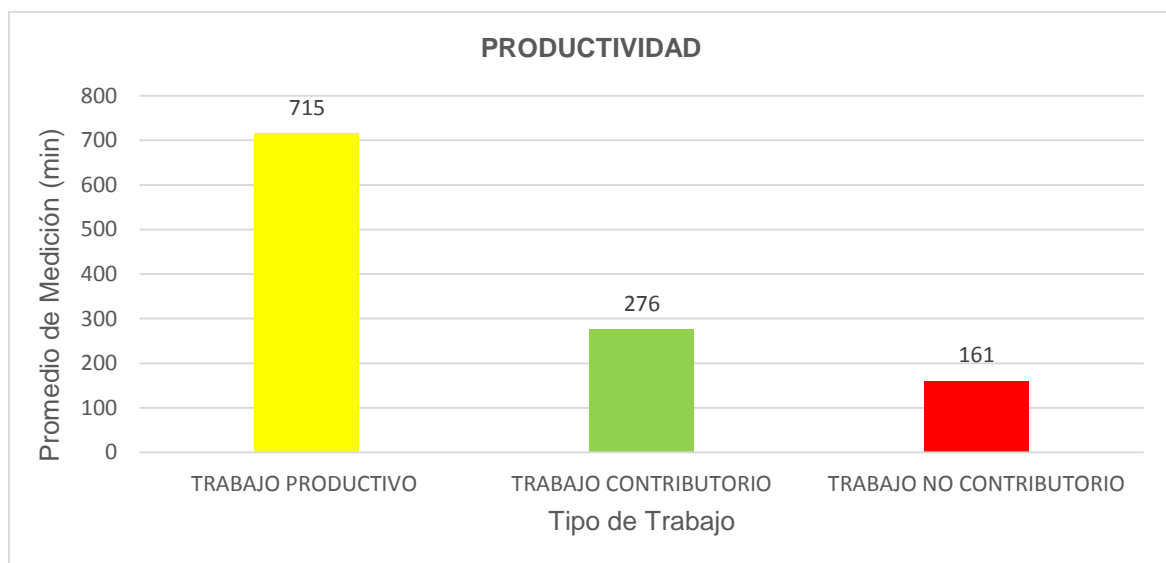
A continuación se presenta el consolidado de los resultados obtenidos de la productividad de mano de obra de las partidas evaluadas.

Tabla 29: Promedio de Productividad

ITEM	GRUPO DE PARTIDAS	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	SUMATORIA TOTAL
1	Concreto f'c = 210 kg/cm2	130	167	87	384
2	Acero de Refuerzo fy = 4,200 kg/cm2	284	61	39	384
3	Encofrado y Desencofrado	301	48	35	384
TOTAL (CANTIDAD)		715	276	161	1,152
TOTAL (PORCENTAJE)		62%	24%	14%	100%

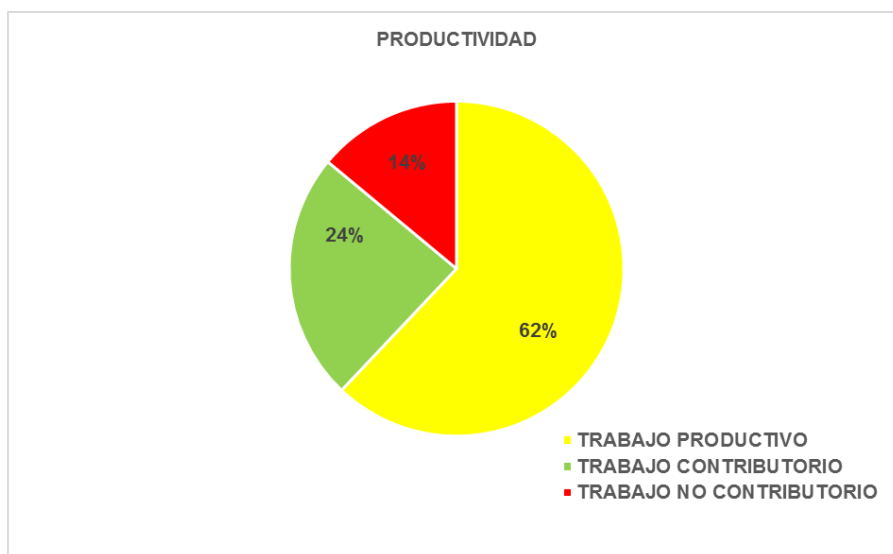
Fuente: Elaboración Propia, 2021

Gráfico 16: Promedio de Medición (min) Vs Tipo de Trabajo Consolidado



Fuente: Elaboración Propia, 2021 .

Gráfico 17: Productividad de la Mano de Obra Consolidado



Fuente: Elaboración Propia, 2021

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En ésta sección se relacionan los resultados obtenidos luego de desarrollada el marco metodológico, el marco teórico y estudios anteriores directamente relacionados al trabajo de investigación en función a los objetivos propuestos.

5.1.1. Factibilidad de Implementación

Con el desarrollo del presente trabajo se ha podido demostrar la factibilidad técnica y financiera para la aplicación de herramientas de gestión de proyectos basado en la Filosofía del Lean Construction, teniendo como unidad de análisis al escenario que presenta la empresa constructora que ejecutó el proyecto materia de análisis.

En ese escenario se realizó la valoración de los recursos necesarios para la aplicación de las herramientas y la implementación de un nuevo proceso de control de la productividad basada en los recursos humanos como son los Directivos de la empresa, el personal técnico profesional de planta, así como la mano de obra calificada y no calificada.

La factibilidad técnica para la aplicación de la Filosofía Lean Construction en el sector construcción se fundamenta en la mejora de aspectos que inciden negativamente sobre la productividad, sobre todo en la incidencia de la mano de obra en la ejecución de trabajos, permitiendo minimizar desperdicios y en el mejor de los casos eliminarlos. A continuación se presentan algunos aspectos que inciden negativamente en la productividad de la mano de obra:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).

- Alta rotación de trabajadores.
- Condiciones deficientes de seguridad industrial que generan altas tasas de accidentes.
- Composición inadecuada de cuadrillas de trabajo.
- Distribución inadecuada de los materiales en obra.
- Falta de materiales requeridos.
- Falta de suministro de equipos y herramientas.
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo.
- Excesivo control de calidad.
- Clima y condiciones adversas en la obra.

Los beneficios que obtiene una empresa constructora tras la implementación de herramientas de gestión de proyectos como el Lean Construction, se presentan a continuación:

- Mejora en la comunicación entre áreas. - El staff de Ingenieros y el equipo administrativo desarrollan una creciente comunicación a lo largo del proyecto.
- Mejora en el orden del trabajo. - El equipo de obra adopta la costumbre de reunirse constantemente con el equipo administrativo y afinar temas relacionados con la obra y coordinar acciones conjuntas para la solución oportuna de problemas logísticos, personal, etc. Así mismo practica reuniones constantes con la Supervisión o Inspección de obra para tratar directamente absolución de consultas, incongruencias, conflictos u observaciones.
- Crecimiento profesional del personal. - Esta implementación permite introducir una parte de la filosofía Lean Construction en la mentalidad del personal, rompiendo paradigmas sobre los procedimientos tradicionales de gestión de proyectos permitiendo fortalecimiento de capacidades, crecimiento profesional. El crecimiento profesional en técnicas de productividad que desencadenaran en beneficios financieros de la empresa.
- Control del flujo de trabajo. - Mantener controlado y asegurado el flujo de trabajo beneficia brindando continuidad a la producción y

el cumplimiento de plazos establecidos, adelantos y la satisfacción del cliente.

- Mejora en la relación con el cliente. - El control de los avances genera mayor confianza en el cliente.
- Mejora la relación con los proveedores. - El control de las causas de incumplimiento permite identificar problemas en las partidas críticas.

Así mismo se presentan los factores claves que sustentan la factibilidad técnica para la implementación de la metodología propuesta.

- Introducción de la filosofía Lean Construction a todo el equipo humano mediante la capacitación y asistencia técnica.
- Concientización del personal sobre los resultados que brinda el sistema poniendo de su conocimiento que el desarrollo del trabajo de cada uno de ellos debe ser realizado adecuadamente toda vez que la implementación depende mucho de su participación en el proceso.
- Concientización del personal para sincerar las causas de incumplimientos en la ejecución de trabajos y no existan problemas de responsabilidades.
- Consideración de las opiniones del staff de profesionales y del equipo obrero sobre la implementación y, a su vez, incentivarlos de alguna manera para que muestren el compromiso requerido.

La factibilidad financiera para la implementación del nuevo proceso de gestión de proyectos aplicando herramientas del Lean Construction se sustenta con el detalle de la inversión que involucraría calculada para el primer año toda vez que representa la inversión más representativa que involucra la implementación de un nuevo sistema, una vez implantado en los años posteriores no se requerirá mayores inversiones para dotar de continuidad a la nueva metodología aplicada, únicamente las relacionadas a la implementación de acciones correctivas.

Tabla 30: Inversión Requerida para la Implementación de la Filosofía Lean Construction en la Empresa Constructora

ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO PARA IMPLEMENTACIÓN	INVERSIÓN (1er Año)
Creación del Área de Producción	Convocatoria y selección de un Profesional que sea el responsable de coordinar la implementación de las nuevas herramientas y gestionar la información de productividad desde las obras a la oficina central.	S/. 36,000.00
Capacitación y Asistencia Técnica	Capacitación del Staff profesional, técnico y obrero, Directivos y Gerentes de la empresa (Incluye material de estudio).	S/. 10,000.00
Incentivos que Promuevan la Implementación	Establecer bonos de productividades por el buen desempeño del recurso humano en todos los niveles y reconocimientos al personal por el cumplimiento de metas y objetivos.	S/. 3,000.00
Requerimientos Adicionales	Adquisición de mobiliario tales como pizarras para la evaluación del desempeño y análisis de productividad de mano de obra, materiales, equipos, herramientas, maquinaria, etc.	S/. 1,500.00
INVERSION REQUERIDA PARA LA IMPLEMENTACIÓN		S/. 50,500.00

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Para tener la incidencia de la inversión requerida versus el presupuesto de proyecto es del 0.5% del presupuesto, lo cual representa un factor factible considerando la amplitud de los beneficios y que la inversión significativa solo se hará dentro del primer año de implementación del nuevo proceso de control de productividad de la mano de obra basado en la Filosofía Lean Construction. Una vez implantado el proceso en los aspectos técnicos y financieros, no se requerirán mayores inversiones en los próximos años más que las inherentes a las acciones de refuerzo o correcciones al proceso.

5.1.2. Mejora de la Productividad

Luego de la aplicación de las herramientas de gestión de proyectos basadas en la Filosofía Lean Construction en las partidas seleccionadas y analizadas durante 6 semanas, los resultados indican que mediante la optimización se logró cumplir con el cronograma inicial planteado.

Si analizamos el grupo de actividades seleccionadas se determinó que las cuadrillas asignadas a las partidas de concreto fueron las que se llegaron a optimizar más, logrando cumplir con la producción mínima con los recursos asignados de acuerdo a los Análisis de Precios Unitarios proyectados en el

Expediente Técnico de Obra, lo cual manifiesta que podemos alcanzar el mismo rendimiento con una cuadrilla optimizada.

Mediante la aplicación de la Filosofía Lean Construction se ha logrado la optimización de plazos y costos mejorando la productividad mediante la implantación de adecuados procesos de planeación, organización, ejecución y control de los recursos utilizados. Todo ello se hizo posible debido a los siguientes factores:

- En la etapa de Diseño, la filosofía Lean Construction se aplica teniendo diseños estandarizados, aprovechando plataformas en una etapa inicial, de tal forma que se agilice este proceso sin necesidad de iniciar desde cero.
- En la etapa de planificación, se establece un programa de proyecto estable, clara identificación de la ruta crítica, la cual es la ruta de las actividades que definen el tiempo de duración del proyecto y son las que se deben optimizar para reducir costos y duración de la obra.
- En el aspecto de logística, garantiza que la entrega de materiales sea justo a tiempo y sin acumulaciones de inventarios, pero sin falta de ellos en obra; además, reducción de sobrecostos de transporte debidos a la falta de solicitud de materiales a tiempo y que incurre en sobrecostos en el proceso de adquisición y transporte de materiales.
- En la etapa de ejecución, garantiza una comunicación efectiva es decir se desarrolla una comunicación clara y visual de los planes del proyecto para que cada trabajador sepa el momento en la que debe intervenir, permitiendo la formación y trabajo en equipo, reportes diarios y semanales de los avances, así como reuniones que promueven la mejora continua de los procesos.

Además de facilitar la identificación de la causa de los problemas que originan desperdicios y la toma de decisiones oportunas que permitan actuar a tiempo incrementando la productividad. Se analizan los obstáculos que evitan el desarrollo de las actividades (restricciones), permitiendo implementar acciones correctivas oportunamente garantizando la continuidad de los trabajos previendo las posibles interrupciones.

5.1.3. Mejora de la Productividad de la Mano de Obra

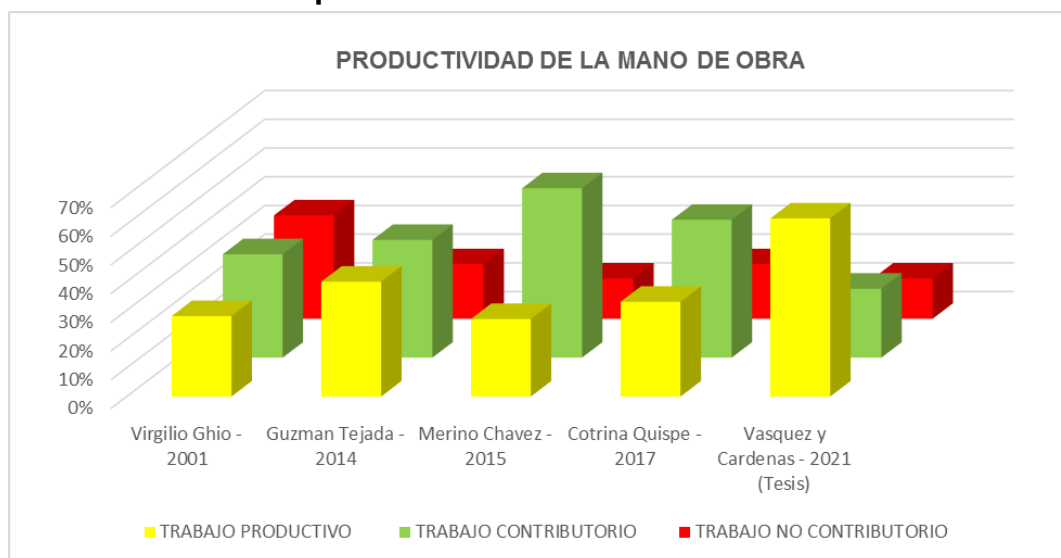
El desarrollo del presente trabajo ha permitido validar la hipótesis general toda vez que se ha demostrado que es posible mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto de construcción mediante el uso la aplicación de la Filosofía Lean Construction, lo cual se evidencia en los resultados obtenidos del análisis realizado tanto en campo como en gabinete. Los resultados alcanzados durante el proceso de medición de la productividad permiten discutir los datos obtenidos en el estudio con los antecedentes y marco teórico.

Tabla N° 31: Comparativo de Productividad de la Mano de Obra

ITEM	ESTUDIO	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
1	Virgilio Ghio - 2001	28%	36%	36%
2	Guzman Tejada - 2014	40%	41%	19%
3	Merino Chavez - 2015	27%	59%	14%
4	Cotrina Quispe - 2017	33%	48%	19%
5	Vasquez y Cardenas - 2021 (Tesis)	62%	24%	14%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Gráfico 18: Comparativo de Productividad de Mano de Obra



Fuente: Elaboración Propia, 2021

En la tabla y gráfico presentados en la que se comparan resultados se puede observar que en el trabajo de investigación existe un mayor porcentaje de Trabajo Productivo, menos porcentaje de Trabajo Contributorio y dentro del promedio en comparación a los datos expuestos de estudios anteriores en lo que respecta a Trabajo No Contributorio.

Asimismo la aplicación de las herramientas basadas en la Filosofía Lean Construction, permitió optimizar los trabajos contributorios y no contributorios, identificando las principales pérdidas, para efectos de detalle se presenta la siguiente tabla:

Tabla 32: Principales Perdidas en el Caso de Estudio

ITEM	GRUPO DE ACTIVIDADES SELECCIONADAS	TRABAJO CONTRIBUTORIO						TRABAJO NO CONTRIBUTORIO					
		TRANSPORTE	ABASTECIMIENTO DE CEMENTO	ABASTECIMIENTO DE AGRAGADOS	ABASTECIMIENTO DE AGUA	MEDICIÓN	CORTE DE TUBERÍA	COLOCACIÓN DE ACCESORIOS	TIEMPO OCIOSO	ESPERA	CAMINAR CON MANOS VACIAS	NECESIDADES FISIOLÓGICAS	DESCANSO
		T	AC	AAG	AA	M	CT	CA	TO	E	CMV	N	D
1	Concreto f'c = 210 kg/cm2	44	48	22	53				46	23	18		
2	Acero de Refuerzo fy = 4,200 kg/cm2					58			9	13		17	6
3	Encofrado y Desencofrado					48			11			14	10
TOTAL		44	48	22	53	106	0	0	66	36	18	31	16
PORCENTAJE		7%	7%	3%	8%	16%	0%	0%	23%	12%	6%	11%	6%

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

La tabla presentada muestra la distribución de porcentajes de las principales perdidas por grupo de partidas evaluadas en el caso de estudio (Trabajo Contributorio y Trabajo No Contributorio).

5.2. CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de la presente investigación se ha demostrado la factibilidad técnica y económica para la aplicación de herramientas de gestión basadas en la Filosofía Lean Construction y la implantación de un nuevo proceso de control de la productividad de la mano de obra en una obra de construcción.
- La mejora de la productividad aplicando adecuados procesos de planeación, ejecución y control de los recursos utilizados permite optimizar el performance de la obra garantizando el cumplimiento de los plazos y costos en la etapa de ejecución de una obra de construcción.
- Es fundamental realizar una adecuada selección y definición de las partidas a evaluar priorizando su incidencia los plazos (ruta crítica) y costos. Así mismo se debe identificar adecuada y oportunamente al personal que ejecutara cada uno de los trabajos con el objetivo de determinar su participación en aquellos que aportan o no valor de acuerdo a sus capacidades, lo cual permite adoptar las acciones correctivas necesarias en forma oportuna para equilibrar las cuadrillas garantizando altos niveles de productividad.
- Es esencial contar con un número representativo de mediciones aplicando los procedimientos Lean a cabalidad con la finalidad de obtener resultados confiables, así mismo es por ello que en la aplicación de las herramientas de gestión de proyectos se cumplió estrictamente con los criterios establecidos por Serpell, obteniendo un número mínimo de mediciones (384 para obtener el 95% de confiabilidad) garantizando la validez de los resultados.

5.3. RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos luego de la aplicación de herramientas de gestión de proyectos basados en la Filosofía Lean Construction no deberían ser utilizados solo para que las empresas constructoras compararen sus niveles de productividad entre las obras que ejecuta sino también con obras similares del ámbito local, regional, nacional e internacional con el objetivo de analizar los aspectos comunes, insertar al sector instrumentos estandarizados de aseguramiento de la calidad en la construcción y propiciar la mejora continua en el sector.
- La aplicación de herramientas de gestión de proyectos aperturan grandes ventajas y oportunidades de mejora para incrementar los índices de productividad durante la ejecución de proyectos siempre y cuando exista el interés y compromiso para su aplicación de parte de los actores intervinientes así como Directivos de empresas constructoras, personal técnico y profesional, sub contratistas, mano de obra calificada y no calificada, etc., toda vez que la implementación de nuevos procesos de control de productividad involucra todos los extremos del proyecto para garantizar la eficiencia en las etapas de planeamiento y ejecución.
- En el Perú se debería considerar incluir a nivel de norma y/o reglamentación técnica la enseñanza y aplicación de herramientas de gestión de proyectos basadas en estándares internacionales de calidad de resultados positivos demostrados y buenas prácticas de la ingeniería, para mejorar la productividad en el sector construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACERO C., Roberto C. “Sistema de Gestión de Proyectos Basado en Principios del Lean Construction”. Universidad Católica Santa María. Arequipa 2013.
- ALARCON CARDENAS, Luis Fernando. “Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación”. Primera Edición. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile 2003.
- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. “Construcción Sin Pérdidas, Análisis de Procesos y Filosofía Lean Construction”. Segunda Edición Editorial Legis. Colombia 2006.
- BRIOSO, Xavier, “Material de la Diplomatura de Gestión del Proyectos de Construcción”, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima 2014.
- CANTU A, MORENO J, GALLINA M. y GARCIA G. “Productividad Real en Obras Civiles-Análisis de un Caso”. Facultad de Ingeniería, UNCuyo. Centro Universitario. Argentina 2009.
- CASTILLO VIRGILIO, Ghio. “Productividad en Obras de Construcción; Diagnostico, Critica y Propuesta”. Fondo Editorial PUCP. Lima - Perú 2001.
- MERINO CHÉVEZ, Delia Elisa. “Aplicación de la Filosofía Lean para la Mejora de la Productividad en la Estructura: Reservorio Elevado de la Obra: Instalación, Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado en los AA.HH. de las Cuencas 1,2 y 3 de la Zona Alta de la Ciudad de Paita-Provincia de Paita-Piura, en el año 2014”. Universidad de Sipan. Chiclayo – Perú 2015
- COTRINA QUISPE, Javier Ner. “Aplicación del Lean Construction para Optimizar la Productividad en una Obra de Ampliación del Pabellón Educativo en Ñaña – Lurigancho – Lima 2017”. Universidad Cesar Vallejo. Lima – Perú 2017.
- DELGADO D. y JULCA L. “Aplicación de herramientas de gestión de proyectos para mejorar el rendimiento de la mano de obra de actividades previas al vaciado de concreto en la construcción de la I.E. 00815 Carrizal, Jepelacio - Moyobamba - San Martín; 2019”. Universidad Científica del Perú – Perú 2020.

- GARCÍA C., Alfonso. “Productividad y Reducción de Costos para la Pequeña y Mediana Industria. Editorial Trillas, S.A. Mexico 2011.
- GOLDRATT, ELIYAHU y COX, Jeff. “The Goal”. Great Barrington, MA. North River Press. USA 1984.
- GUZMÁN TEJADA, Abner. “Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos” Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú 2014.
- HERNÁNDEZ S., Roberto, FERNÁNDEZ C., Carlos y BATISTA L., Maria. “Metodología de la Investigación” Quinta Edición. McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. México 2010.
- KOSKELA, Lauri “Application of the New Production Philosophy to Construction” Technical Report #72. Stanford University. USA 1992.
- MORILLO, Tania Y LOZANO, Miguel. “Estudio de la Productividad en una Obra de Edificación”. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima - Perú 2007.
- Oramas L., Carlos H. “Aplicación de la Metodología Lean Construction en la Vivienda de Interés Social”. Universidad EN. Bogotá - Colombia 2012.
- ORIHUELA, Pablo y ULLOA, karem. “La Planificación de las Obras y el Sistema Last Planner”. Boletín N° 12, Corporación Aceros Arequipa. Lima - Perú 2011.
- PASCUAL, Renato y FUENTES, Ccolqque “Planificación y Control para Mejorar el Rendimiento de Actividades Previas al Vaciado de Concreto en Elementos Estructurales”. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima – Perú 2013.
- RODRÍGUEZ C., Walter y VALDEZ C., Doris. “Mejoramiento de la Productividad en la Construcción de Obras con Lean Construction”. Editorial Culturabierta E.I.R.L. Lima – Perú 2012.
- SERPELL, Alfredo: “Administración de Obras de Construcción”. Chile 1993.

ANEXOS

Anexo N° 01 : Toma de Tiempo – Nivel de Actividades Materia de Análisis

Anexo N° 01
Toma de Tiempo – Nivel de Actividades
Materia de Análisis

FORMATO PARA TOMA DE TIEMPO - NIVEL DE ACTIVIDAD

Actividad: CONCRETO F'C= 210 KG/CM2.
 Responsable: ROLMER CÁRDENAS CASTILLO

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
1		AC	
2		AC	
3		AC	
4		AC	
5		AC	
6		AC	
7			TO
8			TO
9			TO
10			TO
11			TO
12			TO
13			TO
14		AC	
15		AC	
16		AC	
17		AC	
18		AC	
19			E
20			E
21			E
22			E
23		AA	
24		AA	
25		AA	
26		AA	
27		AC	
28		AC	
29		AC	
30		AC	
31		AC	
32		AC	
33		AAG	
34		AAG	
35		AAG	
36		AAG	
37		AAG	
38		AAG	
39		AAG	
40		AAG	
41		AA	
42		AA	
43		AA	
44		AA	
45		AA	
46		AA	
47			TO
48			TO
49			TO
50			TO
51			TO
52			TO

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
53		AC	
54		AC	
55		AC	
56		AC	
57		AC	
58		AC	
59		AC	
60		AC	
61			TO
62			TO
63			TO
64			TO
65			TO
66		AA	
67		AA	
68		AA	
69		AA	
70			E
71			E
72			E
73			E
74			E
75		AAG	
76		AAG	
77		AAG	
78		AAG	
79		AA	
80		AA	
81		AA	
82		AA	
83		AA	
84		AA	
85			CMV
86			CMV
87			CMV
88			CMV
89			CMV
90			CMV
91		AAG	
92		AAG	
93		AAG	
94		AAG	
95		AAG	
96		AA	
97		AA	
98		AA	
99		AA	
100		AA	
101		AA	
102	CC		
103	CC		
104	CC		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
105		AAG	
106		AAG	
107		AAG	
108		AAG	
109		AAG	
110		AA	
111		AA	
112		AA	
113		AA	
114		AA	
115		AA	
116		AC	
117		AC	
118		AC	
119		AC	
120		AC	
121			CMV
122			CMV
123			CMV
124			CMV
125			CMV
126			CMV
127		AC	
128		AC	
129		AC	
130	CC		
131	CC		
132	CC		
133	CC		
134	CC		
135	CC		
136	CC		
137		AA	
138		AA	
139		AA	
140		AA	
141		AA	
142		AA	
143		AA	
144			TO
145			TO
146			TO
147			TO
148			TO
149			TO
150			TO
151		AC	
152		AC	
153		AC	
154		AC	
155		AC	
156		AC	
157		AC	
158		AC	
159		AC	
160		AC	
161		AC	

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
162		AC	
163		AC	
164		AC	
165		AC	
166			TO
167			TO
168			TO
169			TO
170			TO
171			TO
172	VC		
173	VC		
174	VC		
175	VC		
176	VC		
177	VC		
178	VC		
179		AA	
180		AA	
181		AA	
182		AA	
183		AA	
184		AA	
185		AA	
186	CC		
187	CC		
188	CC		
189	CC		
190	CC		
191	CC		
192		AA	
193		AA	
194		AA	
195		AA	
196		AA	
197		AA	
198		AA	
199			TO
200			TO
201			TO
202			TO
203			TO
204			TO
205	CC		
206	CC		
207	CC		
208	CC		
209	CC		
210	CC		
211	CC		
212	CC		
213	CC		
214	CC		
215			TO
216			TO
217			TO
218			TO

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
219			TO
220		T	
221		T	
222		T	
223		T	
224		T	
225		T	
226		T	
227		T	
228		T	
229	CC		
230	CC		
231	CC		
232	CC		
233	CC		
234	CC		
235	CC		
236	CC		
237	CC		
238	CC		
239	CC		
240	CC		
241	CC		
242	CC		
243	CC		
244	CC		
245	CC		
246	CC		
247	CC		
248	CC		
249	CC		
250	CC		
251	CC		
252	CC		
253	CC		
254			E
255			E
256			E
257		T	
258		T	
259		T	
260		T	
261		T	
262		T	
263			E
264			E
265			E
266			E
267			TO
268			TO
269			TO
270			TO
271	CC		
272	CC		
273	CC		
274	CC		
275	CC		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
276	CC		
277	CC		
278	CC		
279	CC		
280	CC		
281	CC		
282	CC		
283	CC		
284	CC		
285		T	
286		T	
287		T	
288		T	
289			CMV
290			CMV
291			CMV
292			CMV
293			CMV
294			CMV
295		T	
296		T	
297		T	
298		T	
299	CC		
300	CC		
301	CC		
302	CC		
303	CC		
304	CC		
305	CC		
306	CC		
307	CC		
308	CC		
309	CC		
310		T	
311		T	
312		T	
313		T	
314		T	
315		T	
316	VC		
317	VC		
318	VC		
319	VC		
320	VC		
321	VC		
322	VC		
323	VC		
324	VC		
325	VC		
326	VC		
327	VC		
328	VC		
329	VC		
330	VC		
331	VC		
332	VC		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
333	CC		
334	CC		
335	CC		
336	CC		
337	CC		
338	CC		
339			E
340			E
341			E
342			E
343			E
344	VC		
345	VC		
346	VC		
347	VC		
348	VC		
349	VC		
350		T	
351		T	
352		T	
353		T	
354		T	
355		T	
356	VC		
357	VC		
358	VC		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
359	CC		
360	CC		
361	CC		
362			E
363	CC		
364	CC		
365	VC		
366	VC		
367	VC		
368		T	
369		T	
370		T	
371		T	
372	CC		
373	CC		
374	VC		
375	VC		
376		T	
377		T	
378			E
379		T	
380		T	
381		T	
382	CC		
383	CC		
384	CC		

NOMENCLATURA

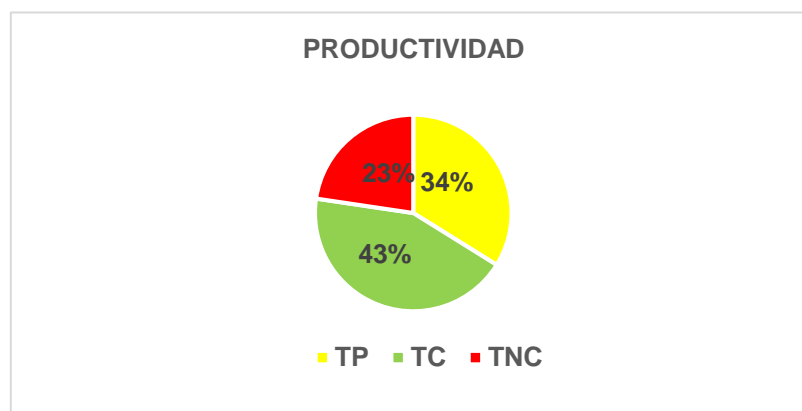
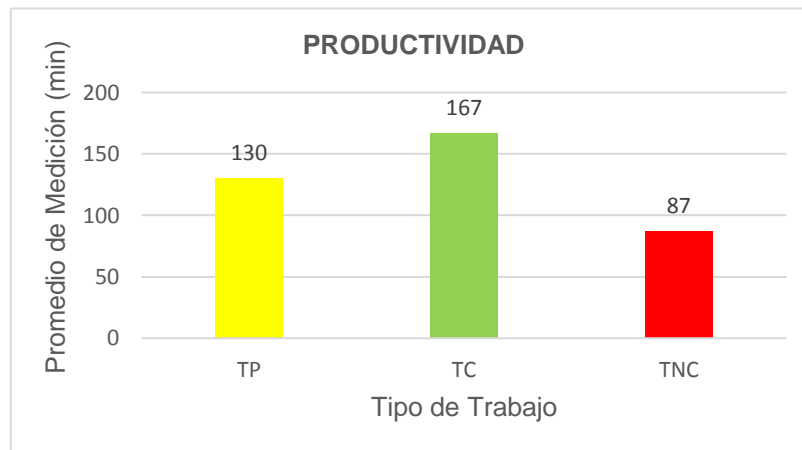
TRABAJO PRODUCTIVO	
CC	Colocar Concreto
VC	Vibrado de Concreto

RESULTADO

ITEM	TP	TC	TNC
N°	130	167	87
%	34%	43%	23%

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
T	Transporte
AC	Abastecimiento Cemento
AAG	Abastecimiento Agregados
AA	Abastecimiento Agua
O	Otros

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
V	Viajes
TO	Tiempo Ocioso
E	Esperas
CMV	Caminar con Manos Vacías
D	Descanso
N	Necesidades Fisiológicas
O	Otros



FORMATO PARA TOMA DE TIEMPO - NIVEL DE ACTIVIDAD

Actividad: ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200 \text{ Kg/cm}^2$
 Responsable: MÓNICA NERY VÁSQUEZ GUERRA

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
1	HA		
2	HA		
3	HA		
4	HA		
5	HA		
6			E
7			E
8			E
9	HA		
10	HA		
11	HA		
12	HA		
13	HA		
14	HA		
15	HA		
16	HA		
17	HA		
18	HA		
19	HA		
20	HA		
21	HA		
22		M	
23		M	
24		M	
25		M	
26		M	
27		M	
28		M	
29	HA		
30	HA		
31	HA		
32	HA		
33	HA		
34	HA		
35	HA		
36	HA		
37	HA		
38	HA		
39	HA		
40	HA		
41	HA		
42	HA		
43	HA		
44	HA		
45	HA		
46			E
47			E
48	HA		
49	HA		
50	HA		
51	HA		
52	HA		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
53	HA		
54	HA		
55	HA		
56	HA		
57	HA		
58	HA		
59	HA		
60	HA		
61	HA		
62	HA		
63	HA		
64	HA		
65	HA		
66			N
67			N
68			N
69			N
70			N
71			N
72			N
73			N
74			TO
75			TO
76			TO
77	HA		
78	HA		
79	HA		
80	HA		
81	HA		
82	HA		
83	HA		
84	HA		
85	HA		
86	HA		
87	HA		
88	HA		
89	HA		
90	HA		
91	HA		
92		M	
93		M	
94		M	
95		M	
96		M	
97		M	
98	HA		
99	HA		
100	HA		
101	HA		
102	HA		
103	HA		
104	HA		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
105	HA		
106	HA		
107	HA		
108	HA		
109	HA		
110	HA		
111	HA		
112			E
113			E
114			E
115	HA		
116	HA		
117	HA		
118	HA		
119	HA		
120	HA		
121	HA		
122	HA		
123	HA		
124	HA		
125	HA		
126	HA		
127	HA		
128		M	
129		M	
130		M	
131		M	
132		M	
133		M	
134		M	
135		M	
136	HA		
137	HA		
138	HA		
139	HA		
140	HA		
141	HA		
142	HA		
143			N
144			N
145			N
146			N
147	HA		
148	HA		
149	HA		
150	HA		
151	HA		
152	HA		
153	HA		
154	HA		
155	HA		
156	HA		
157	HA		
158	HA		
159	HA		
160	HA		
161	HA		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
162	HA		
163	HA		
164	HA		
165	HA		
166	HA		
167	HA		
168	HA		
169	HA		
170	HA		
171	HA		
172	HA		
173	HA		
174	HA		
175			TO
176			TO
177			TO
178	HA		
179	HA		
180	HA		
181	HA		
182	HA		
183	HA		
184	HA		
185	HA		
186	HA		
187	HA		
188	HA		
189	HA		
190	HA		
191	HA		
192	HA		
193	HA		
194	HA		
195	HA		
196	HA		
197	HA		
198	HA		
199	HA		
200	HA		
201	HA		
202	HA		
203		M	
204		M	
205		M	
206		M	
207		M	
208	HA		
209	HA		
210	HA		
211	HA		
212	HA		
213	HA		
214	HA		
215	HA		
216	HA		
217	HA		
218	HA		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
219	HA		
220	HA		
221	HA		
222		M	
223		M	
224		M	
225		M	
226		M	
227		M	
228		M	
229	HA		
230	HA		
231	HA		
232	HA		
233	HA		
234	HA		
235	HA		
236	HA		
237	HA		
238	HA		
239	HA		
240	HA		
241	HA		
242	HA		
243	HA		
244	HA		
245	HA		
246	HA		
247	HA		
248	HA		
249		M	
250		M	
251		M	
252			TO
253			TO
254			TO
255	HA		
256	HA		
257	HA		
258	HA		
259	HA		
260	HA		
261	HA		
262	HA		
263	HA		
264	HA		
265	HA		
266		M	
267		M	
268		M	
269		M	
270	HA		
271	HA		
272	HA		
273	HA		
274	HA		
275	HA		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
276	HA		
277	HA		
278	HA		
279	HA		
280	HA		
281	HA		
282	HA		
283	HA		E
284	HA		E
285	HA		E
286	HA		E
287	HA		E
288	HA		
289	HA		
290	HA		
291	HA		
292	HA		
293	HA		
294	HA		
295	HA		
296		M	
297		M	
298		M	
299		M	
300		M	
301		M	
302	HA		
303	HA		
304	HA		
305	HA		
306	HA		
307	HA		
308	HA		
309	HA		
310	HA		
311	HA		
312	HA		
313	HA		
314	HA		
315	HA		
316	HA		
317	HA		
318	HA		
319	HA		
320	HA		
321	HA		
322	HA		
323	HA		
324	HA		
325	HA		
326	HA		
327	HA		
328	HA		
329		M	
330		M	
331		M	
332	HA		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
333	HA		
334	HA		
335	HA		
336	HA		
337	HA		
338	HA		
339	HA		
340			D
341			D
342			D
343			D
344	HA		
345	HA		
346	HA		
347	HA		
348	HA		
349	HA		
350	HA		
351	HA		
352		M	
353		M	
354		M	
355		M	
356	HA		
357	HA		
358	HA		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
359	HA		
360	HA		
361	HA		
362			N
363			N
364			N
365			N
366			N
367	HA		
368	HA		
369	HA		
370	HA		
371	HA		
372	HA		
373	HA		
374	HA		
375		M	
376		M	
377		M	
378		M	
379		M	
380		M	
381		M	
382		M	
383			D
384			D

NOMENCLATURA

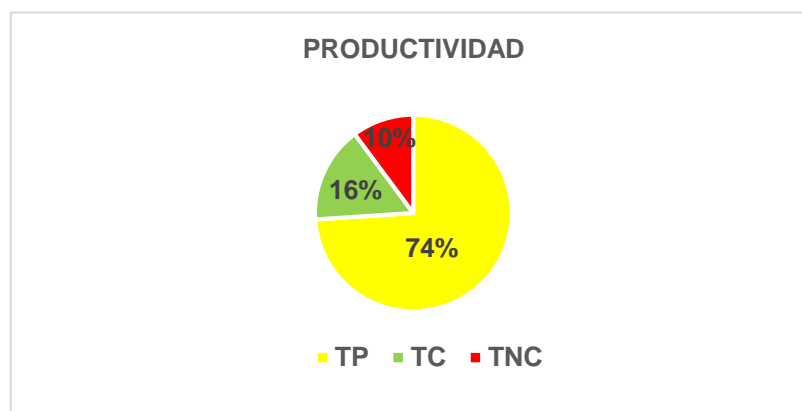
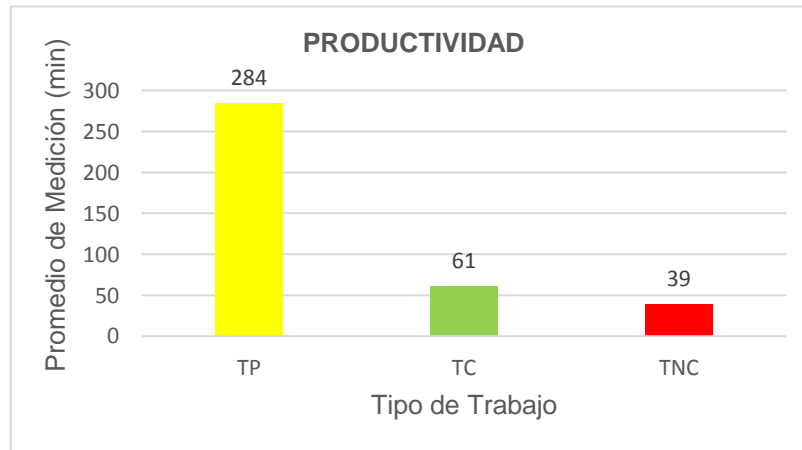
TRABAJO PRODUCTIVO	
HA	Habilitación de Acero

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
M	Medición

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
V	Viajes
TO	Tiempo Ocioso
E	Esperas
CMV	Caminar con Manos Vacías
D	Descanso
N	Necesidades Fisiológicas
O	Otros

RESULTADO

ITEM	TP	TC	TNC
N°	284	61	39
%	74%	16%	10%



FORMATO PARA TOMA DE TIEMPO - NIVEL DE ACTIVIDAD

Actividad: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
 Responsable: ROLMER CÁRDENAS CASTILLO

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
1		M	
2		M	
3		M	
4		M	
5		M	
6		M	
7		M	
8		M	
9			TO
10			TO
11			TO
12	E		
13	E		
14	E		
15	E		
16	E		
17	E		
18	E		
19	E		
20	E		
21	E		
22	E		
23	E		
24	E		
25	E		
26	E		
27	E		
28	E		
29	E		
30	E		
31	E		
32	E		
33	E		
34	E		
35	E		
36	E		
37	E		
38	E		
39	E		
40	E		
41	E		
42	E		
43	E		
44	E		
45	E		
46	E		
47	E		
48	E		
49	E		
50	E		
51	E		
52	E		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
53	E		
54	E		
55	E		
56	E		
57	E		
58	E		
59	E		
60	E		
61	E		
62	E		
63	E		
64	E		
65	E		
66	E		
67	E		
68	E		
69	E		
70	E		
71	E		
72	E		
73	E		
74	E		
75	E		
76	E		
77	E		
78	E		
79	E		
80	E		
81	E		
82	E		
83	E		
84	E		
85	E		
86	E		
87	E		
88	E		
89		M	
90		M	
91		M	
92		M	
93		M	
94			D
95			D
96	E		
97	E		
98	E		
99	E		
100	E		
101	E		
102	E		
103	E		
104	E		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
105	E		
106	E		
107	E		
108	E		
109	E		
110	E		
111	E		
112		M	
113		M	
114		M	
115	E		
116	E		
117	E		
118	E		
119	E		
120	E		
121	E		
122	E		
123	E		
124	E		
125	E		
126	E		
127			N
128			N
129			N
130			N
131			N
132			N
133			TO
134			TO
135			TO
136	E		
137	E		
138	E		
139	E		
140	E		
141	E		
142	E		
143	E		
144	E		
145	E		
146	E		
147	E		
148	E		
149	E		
150	E		
151	E		
152	E		
153	E		
154	E		
155	E		
156	E		
157	E		
158	E		
159	E		
160	E		
161	E		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
162	E		
163	E		
164	E		
165	E		
166	E		
167	E		
168	E		
169	E		
170		M	
171		M	
172		M	
173		M	
174		M	
175		M	
176		M	
177	E		
178	E		
179	E		
180	E		
181	E		
182	E		
183	E		
184	E		
185	E		
186	E		
187	E		
188	E		
189	E		
190	E		
191	E		
192	E		
193	E		
194	E		
195	E		
196	E		
197	E		
198	E		
199	E		
200	E		
201	E		
202	E		
203	E		
204	E		
205	E		
206	E		
207	E		
208	E		
209	E		
210	E		
211	E		
212	E		
213	E		
214	E		
215	E		
216	E		
217	E		
218	E		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
219	E		
220	E		
221		M	
222		M	
223		M	
224		M	
225		M	
226	E		
227	E		
228			N
229			N
230			N
231			N
232			N
233			TO
234			TO
235			TO
236	E		
237	E		
238	E		
239	E		
240	E		
241	E		
242	E		
243	E		
244		M	
245		M	
246	E		
247	E		
248	E		
249	E		
250	E		
251	E		
252	E		
253	E		
254	E		
255	E		
256	E		
257	E		
258	E		
259	E		
260	E		
261	E		
262	E		
263	E		
264	E		
265	E		
266	E		
267	E		
268	E		
269	E		
270	E		
271	E		
272	E		
273	E		
274	E		
275	E		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
276	E		
277	E		
278	E		
279	E		
280	E		
281	E		
282	E		
283	E		
284	E		
285	E		
286	E		
287		M	
288		M	
289		M	
290		M	
291		M	
292		M	
293	E		
294	E		
295	E		
296	E		
297	E		
298	E		
299	E		
300	E		
301	E		
302	E		
303	E		
304	E		
305	E		
306	E		
307	E		
308	E		
309	E		D
310	E		D
311	E		D
312	E		D
313	E		D
314	E		
315	E		
316	E		
317	E		
318	E		
319	E		
320	E		
321	E		
322	E		
323	E		
324	E		
325	E		
326	E		
327	E		
328	E		
329	E		
330	E		
331	E		
332	E		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
333	E		
334			N
335			N
336			N
337	E		
338	E		
339	E		
340	E		
341	E		
342		M	
343		M	
344		M	
345		M	
346		M	
347		M	
348		M	
349		M	
350	E		
351	E		
352	E		
353			TO
354			TO
355	E		
356	E		
357	E		
358	E		

T (min)	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
359	E		
360	E		
361	E		
362			D
363			D
364			D
365	E		
366	E		
367	E		
368	E		
369	E		
370	E		
371	E		
372	E		
373	E		
374	E		
375	E		
376	E		
377	E		
378		M	
379		M	
380		M	
381		M	
382	E		
383	E		
384	E		

NOMENCLATURA

TRABAJO PRODUCTIVO	
E	Encofrado

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
M	Medición

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
V	Viajes
TO	Tiempo Ocioso
E	Esperas
CMV	Caminar con Manos Vacías
D	Descanso
N	Necesidades Fisiológicas
O	Otros

RESULTADO

ITEM	TP	TC	TNC
N°	301	48	35
%	78%	12%	9%

