



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Efecto de la aplicación de Lean Construction en la productividad  
en proyectos de construcción en la empresa Habacuc,  
Pacasmayo - 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTORAS:**

Guanilo Guzmán Abigail (ORCID: 0000-0001-9925-1632)

Ventura Córdova Liz (ORCID: 0000-0003-3303-690X)

**ASESOR:**

Mg. Cruz Salinas, Luis Edgardo (ORCID: 0000-0002-3856-3146)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

CHEPÉN – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar logrando nuestros anhelos más deseados. Todo este esfuerzo está dedicado a mi hermano “Edward Antonio” y a mi abuelita “Petronila” y mis padres , por su sacrificio y amor durante estos años quienes me han permitido llegar a cumplir todos mis objetivos.

VENTURA CORDOVA LIZ

A mis padres por haberme dado la vida, principios de superación y valores, por su bondad, humildad inculcados en mí. A mi hermano, estaré eternamente agradecida por su apoyo y comprensión en esta etapa de mi vida.

GUANILO GUZMAN ABIGAIL

## **Agradecimiento**

Un profundo a agradecimiento a: A nuestro señor creador por habernos brindado la vida. A nuestro asesor de tesis, Mg. Ing. Luis Edgardo Cruz Salinas, por colaborar con su valiosa experiencia, asesoramiento, dedicación, comprensión, paciencia y observaciones para que esta investigación sea realizada.

Nuestros docentes universitarios que nos implantaron las nuevas metodologías de innovación y procesos durante nuestra etapa de estudiantes.

A la empresa Constructora HABACUC S.A.C por permitirnos y brindarnos las facilidades para desarrollar nuestra investigación en sus proyectos así mismo al personal técnico y administrativo.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos .....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS .....	15
V. DISCUSIÓN .....	67
VI. CONCLUSIONES .....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS .....	74
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1 : Causas que influyen en la productividad.....	16
Tabla 2 : Problemas, causas, solución .....	17
Tabla 3 : Ficha del registro de trabajo .....	20
Tabla 4 : Productividad inicial .....	20
Tabla 5 : Rendimiento de la partida de encofrado antes de la aplicación de Lean Construction .....	21
Tabla 6 : Rendimiento de la partida de concreto antes de la aplicación de Lean Construction.....	22
Tabla 7. Carta balance de la actividad de anclado de columnas - evaluación inicial.....	23
Tabla 8. Nivel General de la actividad de anclado de columnas - evaluación inicial.....	25
Tabla 9. Resumen de la actividad de anclado de columnas - evaluación inicial...27	
Tabla 10. Carta balance de la actividad de encofrado- evaluación inicial.....	29
Tabla 10. Carta balance de la actividad de encofrado- evaluación inicial.....	30
Tabla 12. Resumen de la actividad de encofrado- evaluación inicial.....	32
Tabla 13. Carta balance de la actividad de concreto- evaluación inicial.....	34
Tabla 14. Nivel General de la actividad de concreto - evaluación inicial.....	36
Tabla 15. Tabla resumen de la actividad de concreto - evaluación inicial.....	37
Tabla 16. Programación Maestra de “Construcción de la granja san demetrio”...39	
Tabla 17. Programación Semanal .....	40
Tabla 18. Programación Diaria .....	42
Tabla 19. Programación Diaria Encofrado de columnas.....	44
Tabla 20. Programación Diaria Vaciado de concreto en columnas.....	46
Tabla 21. Carta balance de la actividad anclado de columnas - evaluación final..	48
Tabla 22. Nivel General de la actividad anclado de columna- evaluación final ....	50
Tabla 23. Resumen de la actividad de anclado de columnas - evaluación final ...	51

Tabla 24. Carta balance de la actividad de encofrado- evaluación final .....	54
Tabla 25. Nivel General de la actividad de encofrado- evaluación final .....	55
Tabla 26. Resumen de la actividad de encofrado- evaluación final .....	56
Tabla 27. Carta balance de la actividad de concreto- evaluación final .....	57
Tabla 28. Nivel General de la actividad de concreto - evaluación final .....	59
Tabla 29. Tabla resumen de la actividad de concreto - evaluación final .....	60
Tabla 30. Productividad de mano de obra después de la aplicación de Lean Construction.....	62
Tabla 31. Rendimiento de la partida de encofrado después de la aplicación de Lean Construction.....	63
Tabla 32. Rendimiento de la partida de concreto después de la aplicación de Lean Construction.....	63
Tabla 33. Comparación de los indicadores de productividad .....	64
Tabla 34. Comparación del rendimiento.....	64

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador.....	09
Figura 2: Lean Project Delivery System.....	10
Figura 3 : Diagrama Ishikawa . Causas que influyen en la productividad .....	15
Figura 4 : Diagrama de Pareto de las Causas que influyen en la productividad ...	16
Figura 5 : Proceso del Proyecto.....	18
Figura 6 : Proceso según tipo de obra- construcción de infraestructura avícola...	19
Figura 7 : Gráfica de la productividad inicial.....	21
Figura 8 : Gráfica del NGA de anclado de columnas – evaluación inicial .....	27
Figura 9 : Gráfica de la distribución de trabajo anclado evaluación inicial de columnas–evaluación inicial.....	27
Figura 10 : Gráfica del NGA de encofrado-evaluación inicial.....	32
Figura 11 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad de encofrado - evaluación inicial .....	32
Figura 12 : Gráfica del NGA de concreto – evaluación inicial .....	37
Figura 13 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad de concreto – evaluación inicial .....	37
Figura 14 : Gráfica del NGA de anclado de columnas – evaluación final .....	52
Figura 15 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias –evaluación final.....	52
Figura 16 : Gráfica del NGA de encofrado – evaluación final.....	56
Figura 17 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad de encofrado - evaluación final .....	56
Figura 18 : Gráfica del NGA de concreto – evaluación final .....	60
Figura 19 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad de concreto – evaluación final.....	60
Figura 20 : Gráfica de la productividad final .....	61
Figura 21: Prueba de normalidad.....	64
Figura 22 : Prueba t student.....	65

## Resumen

En esta investigación se demostró la importancia de la aplicación de Lean Construction en la empresa HABACUC S.A.C. El objetivo principal fue determinar el efecto en la productividad en los proyectos de construcción ejecutados . El estudio fue aplicado, pre experimental, con un enfoque cuantitativo y un nivel explicativo. Se aplicó el Sistema Last Planner y Lean Project Delivery System (LPDS). La población estuvo conformada por los proyectos de construcción que desarrolla la empresa Habacuc durante el año 2021. Las técnicas empleadas en la recolección de la información fueron la observación, el análisis documental. Obteniendo como resultado un efecto positivo en la productividad, logrando un incremento del 15 % respecto a la inicial . Se aplicó la prueba t student para realizar la contrastación de la hipótesis, obteniéndose un nivel de significancia de 0.000 lo que permitió su aceptación. Se llegó a la conclusión que la aplicación de Lean Construction tiene impacto positivo en la productividad y mejora el rendimiento.

Palabras clave: Lean construction, productividad, proyectos, residuos .



## **Abstract**

This research demonstrated the importance of the application of Lean Construction in the company HABACUC S.A.C. The main objective was to determine the effect on productivity in the construction projects executed. The study was applied, pre-experimental, with a quantitative approach and an explanatory level. The Last Planner System and Lean Project Delivery System (LPDS) were applied. The population was made up of the construction projects developed by the Habacuc company during the year 2021. The techniques used to collect the information were observation and documentary analysis. Obtaining as a result a positive effect on productivity, achieving an increase of 15% compared to the initial one. The t student test was applied to test the hypothesis, obtaining a significance level of 0.000 which allowed its acceptance. It was concluded that the application of Lean Construction has a positive impact on productivity and improves performance.

Keywords: Lean construction, productivity, projects, waste.

## I. INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción uno de los aspectos más resaltantes son los plazos de culminación de las obra, se sabe que se debe cumplir con el plazo de entrega final, lo cual implica en ciertos casos generar sobrecostos por los retrasos ocasionados por una deficiente planificación desde el inicio del proyecto, como complicaciones en el empleo de los obreros, materia prima, o maquinaria que no se encuentre en funcionamiento durante el desarrollo de las operaciones, ineficiente comunicación en las áreas de trabajo, generando como resultado un mínimo y no deseado margen bruto y baja rentabilidad. La escasa eficacia en sus técnicas y métodos constructivos generan elevados costos en cualquiera de sus horizontes de tiempo, Por lo tanto, aplicar la filosofía de Lean a un proyecto es una forma eficaz de lograr un crecimiento sostenible. (Bateca y Cárdenas, 2020),

Este es un segmento muy tradicional, los métodos utilizados para su implementación y gestión no muestran una evolución efectiva en el tiempo y se alejan de otras industrias como la automotriz, las tecnológicas, que utilizan nuevos métodos de desarrollo que constantemente aplican herramientas como Lean, kaizen, Pull, etc. La experiencia de los autores en la construcción durante las últimas dos décadas ha proporcionado una serie de razones para considerar el cambio necesario en esta área, el cual ha comenzado, pero no se ha extendido globalmente a todas las empresas, ni a todos los países (Pons y Rubio, 2019) .

La aplicación de estas herramientas en el sector construcción ha surgido a nivel académico durante las últimas dos décadas, y su nivel de aplicación se está profundizando desde 2007, principalmente en Estados Unidos donde las empresas han tenido éxito gracias a varios estudios de investigación hasta la fecha. Esta filosofía de producción beneficia en gran manera a las compañías generando elevados ahorros de costos, productividad eficiente, cumplimiento de plazos, alta calidad, alta confiabilidad, mejor toma de riesgos y mayor valor para el cliente. Este sistema facilita la colaboración, mejora la comunicación, ayuda a resolver problemas de manera muy rápida e identificar errores, lo que resulta en una mejor autogestión (Gutierrez, 2017).

La compañía de construcción Habacuc está inmersa en este contexto, porque los resultados obtenidos en la administración de la producción no se observan en la gestión de costos. La dificultad primordial es que no se obtienen significativos logros en el aspecto económico, no se logra un aumento de la productividad, reflejándose en la rentabilidad de los estados financieros, presenta gran cantidad de pérdidas en los materiales, además de una inadecuada supervisión del trabajo repercutiendo en cronogramas retrasados . La empresa con la finalidad de mejorar sus recursos prefiere reducir la calidad en el proceso constructivo, pero generando mayores compromisos que ocasiona que en reiteradas oportunidades la construcción no sea aceptada por el cliente, asimismo inciden en ciertos gastos no convenidos ocasionando daños a nivel financiero. Produciendo un desconocimiento en los ingresos, formando parte de la pérdida de las obras, distorsionando así los objetivos proyectados en sus obras de construcción. Si este escenario persistía colocaría en riesgo la productividad, la estabilidad laboral de sus trabajadores y la existencia de la compañía. La aplicación de Lean Construction comprende fundamentalmente un mejoramiento continuo, la investigación es primordial porque instaura un patrón que logró aumentar la productividad en los planes de edificación. Por ello, el presente estudio nace del interés de responder a la interrogante: ¿Cuál es el Efecto de la aplicación de Lean Construction en la productividad en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc, Pacasmayo - 2021? .

Las investigaciones están orientadas en solucionar cierto problema; por consiguiente, es trascendental exponer, o interpretar, los orígenes de la investigación, mostrar que el estudio es fundamental y significativo (Bernal, 2010). Entorno a la Justificación teórica brindó el análisis sobre las carencias y problemas de los métodos que nos permitió observar de forma clara los residuos y mermas; para trazar beneficios en las empresas de construcción, con fundamentos teóricos y técnicos que plantea esta filosofía de Lean Construction. La Justificación metodológica se basó en métodos y operaciones que nos brindaron la posibilidad de determinar de modo consistente las herramientas que esta filosofía presenta de forma práctica en las etapas de construcción para aumentar la productividad, permitió instaurar una metodología que se ejecutó en la compañía de construcción, brindando amoldamiento de acuerdo con el entorno de la compañía, acciones, plan

y labor. La Justificación práctica se orientó a los métodos de estudio de las herramientas presentadas como un modelo para las compañías que requieren efectuar Lean Construction en sus planes. El estudio pretendió evidenciar la mejora en los procedimientos, logrando un aumento de la productividad, beneficiando así a los empresarios del mercado y al talento humano que forman parte de su empresa. La investigación de los métodos de lean construction en las compañías del rubro de construcción logró una mano de obra con mayor nivel de producción, forjando un alto control en las etapas de construcción, estando más organizados y con un sistema de producción planeado. Se disminuyeron los problemas que afectaron a los trabajadores de la compañía, controlando la disminución de mermas y residuos originados en la fase del desarrollo de las obras, con el estudio de estas técnicas se logró disminuir los residuos, mermas, dificultades en los procesos y aplicaciones negativas de los medios, para no producir costos elevados y prolongar tiempos de ejecución de los proyectos. La presente investigación es una guía para los empresarios de las compañías. Así mismo se plantea como objetivo general: Determinar el Efecto de la aplicación de Lean Construction en la productividad en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc, Pacasmayo – 2021. Presentando como objetivos específicos: Diagnosticar la situación de la empresa constructora y Determinar la productividad inicial. Aplicar Lean Construction en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc. Determinar la productividad final en los proyectos después de aplicar Lean Construction. Se formuló a continuación la hipótesis al problema: La aplicación de Lean Construction tendrá un efecto positivo en la productividad en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc.

## II. MARCO TEÓRICO.

En el ámbito internacional la investigación de Pérez, Del Toro & López (2019), presentaron la investigación “Mejora en la construcción por medio de lean construction: caso estudio.” México. Presentó como objetivo Implementar Lean Construction a la gestión administrativa en el desarrollo de la construcción de la vivienda popular efectuada en Torreón, Coahuila, México, evaluando los beneficios económicos y de tiempo en la ejecución de la construcción. Para ello fue necesario la toma de mediciones de producción reales de las operaciones mediante Cartas Balance, que permitió exponer los niveles de producción de los trabajadores, basándose exclusivamente en las etapas de análisis y construcción. Como resultado lograron una significativa optimización en el tiempo del desarrollo de la obra, disminuyendo el período propuesto para culminar la construcción de las 24 viviendas de 14 semanas, logrando mediante esta implementación culminar en 11 semana, es decir una disminución del 26.56%. la aplicación de cartas de balance diseñadas indicó que el TP de la obra se situó en un 43%, el TC 25% y el TNC un 32%.

Así mismo, Álvarez (2019), presentó el artículo “Estudio de productividad aplicando la metodología de Lean Construction caso túnel vial 8, Guaduas – Cundinamarca”, Colombia. Se evalúa la productividad de la obra de construcción del túnel vial 8 utilizando la filosofía y metodología de lean construction en busca de la reducción de las pérdidas de materiales y de recurso humano en la construcción , Realizando un análisis de métodos y materiales usados para la recopilación de datos y aspectos primordiales del proyecto, analizando la influencia de la implementación dentro del proceso constructivo. Obteniendo una productividad del 54,3%, tiempo contributivo del 24,5% y No contributivo del 21,2 % .

Villamizar y Ortiz (2017), presentaron la tesis “Implementación de los principios de Lean Construction en la Constructora Col proyectos S.A. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa del Rosario”. (Tesis de pregrado) Colombia. En este estudio se instauran nuevos sistemas de medición, asimismo la investigación de nuevos métodos de planificación y control de proceso productivo, logística interna de obra y rendimiento productivo usando herramientas de esta filosofía LC en la obra Arboretto. El estudio concluye que la utilización de las herramientas optimizó los

flujos de procesos y aumentó la productividad; además permitió la identificación y cuantificación de forma fácil de las pérdidas, evidenciando así oportunidades de mejora en las actividades ejecutadas. Obteniendo una productividad del 48,9%, tiempo contributivo del 34,2% y No contributivo del 8% mediante la eliminación de actividades que generan pérdidas. Se logró la reducción de los gastos de material de \$11'131.890 a \$ 2'980.200

En el ámbito nacional Sánchez (2015), con la tesis "Implementación del sistema Lean Construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas". El objetivo principal de este estudio fue implementar una herramienta de gestión de herramientas basada en tecnología avanzada para mejorar el proceso constructivo en edificios residenciales. Este es un análisis cuantitativo, descriptivo y estudio de caso. Se emplearon documentos de seguimiento de campo, la recopilación de datos y la medición como parte de las herramientas de investigación de la compañía. En desenlace, para el estudio de la labor, se manejó la herramienta de LC, se efectuó el muestreo de los trabajos, obteniendo del análisis TP 35%, TC 41% y TNC 24%. La obra está definida mediante el cronograma y la programación semanal. Se evidencia que con la utilidad y conocimiento de los instrumentos de programación y vigilancia de LC en la obra, se amplificó la labor productiva a 44%, logrando una mejora y optimización en la obra.

Del mismo modo encontramos a Mitma (2017), con la tesis "Aplicación de lean construction para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017". El propósito fue establecer el grado en el que influye la implementación de las metodologías de Lean Construction en la productividad en el desarrollo de trabajos de construcción, se trazan los progresos formulando alternativas de solución concisas para el incremento de la productividad (TP 39%, TC 37% y TNC 24%), efectuando el proceso para medir su efectividad y ejecutando la mejora continua, exponiendo el incremento del TP en 8% y con la carta de balance se logró el aumento la productividad en 3%.

Finalmente, Arévalo (2018), con la tesis "Implementación de la metodología Lean Construction en la productividad de la construcción del proyecto Casa Club Recrea las Magnolias-Breña". La investigación presenta como propósito esencial la

incorporación de métodos de mejora del sistema productivo basadas en la metodología de Lean Construction, para optimizar las etapas de las obras de construcción. Se elaboraron y aplicaron medidas de producción en el cual se realizó una clasificación en TP (43%), TC (36%), TNC (21%) a través de las cartas balance. Se determinó el nivel que influye la ejecución de los métodos con el propósito de elevar la productividad en la edificación del proyecto de estudio.

Entre las teorías que avalan nuestra investigación se precisa que la productividad es “la relación entre la producción o progreso derivado del ejercicio (salidas u outputs), y el material empleado en el logro del producto (entradas o inputs)” (Tsutsumi, 2017).

Según Arcaya y Mamani (2019), la mano de obra simboliza “un factor crítico, porque se constituye como el recurso que de forma general limita el tiempo de trabajo en la edificación y del cual se basa en gran tamaño la productividad de los otros recursos”.

Así mismo Caldera (2015), nos precisa otras categorías de productividad en función al nivel de determinación, así que desde el punto de vista general se identifica el grado de la productividad de la industria, a continuación, se observa la productividad de la obra y finalmente se idéntica la productividad de la mano de obra. La categoría de la productividad de la industria generalmente se mide en términos monetarios y se utiliza para medir la producción del rubro de la construcción, siendo de vital importancia, para “examinar el avance, o regresión, del sector de construcción en un periodo determinado y realizar la proyección de los costos y utilidades que presentaran posteriores proyectos ”.

Araque, García and Aguirre (2017), Así mismo se utiliza la productividad de la obra, se orienta a evaluar la productividad de las obras de construcción, es una categoría más específica “se enfoca en los costos totales, términos, variaciones en costos, horas hombre invertidas y diversos elementos”.

El trabajo productivo (TP), es el proceso en el cual se aumenta una unidad o componente sobre lo que se desarrolla y se logra reconocer o medir cuando se identifica que el personal realiza un volumen de trabajo por unidad de tiempo, este trabajo convierte o forma los materiales o información, en base a las necesidades

y preferencias de los clientes, obteniendo así un producto final. El trabajo contributivo (TC) reúne las acciones que no precisamente añaden un avance de unidad de trabajo en la construcción, pero son fundamentales para completar el trabajo. El trabajo no contributivo (TNC) está referido hacia aquellas actividades que no generan valor y no son consideradas necesarias para obtener el producto final, consume recursos, pero no generan valor (Elard, 2017).

Las mencionadas clases del trabajo (TP, TC, TNC) son considerablemente conocidas en los patrones de la actualidad de programación y administración de los planes de edificación y particularmente en la filosofía de LC se menciona a los TC y TNC como los flujos y el TP como las conversiones, que se interrelacionan con la finalidad de “originar el producto en los proyectos de construcción” (Elard, 2017).

Según Lean Construction Institute (ILC), la filosofía se orienta hacia la gestión de una edificación, particularmente en la producción, diseñando como objetivo fundamental la mejora de las actividades por medio de la disminución de las labores que le quitan valor al proyecto de construcción. Presenta métodos aplicados durante todo el periodo de realización de las etapas de construcción que nos aseguran un régimen de administración de calidad que beneficia la producción y disminuye los desperdicios. En este aspecto la filosofía Lean Construction pretende lograr un modelo o régimen de administración enfocada en la utilización adecuada de los materiales de construcción, por medio de una apropiada secuencia de recursos que disminuya los materiales y desarrolle la producción; y que se respalde asimismo en las etapas de progreso de la efectividad en las etapas de construcción , esperando obtener óptimos resultados y una alta calidad (ILC, 2020).

La filosofía Lean Construction se está utilizando con mayor atención en la administración de los planes de construcción, porque se enfoca en maximizar la productividad por medio de la disminución de las pérdidas , además de ser beneficioso para lograr incrementos económicos y desarrollar de forma adecuada cada etapa de la programación y el período establecido para ejecutar la obra. El modelo Lean Construction se desarrolla en base a las etapas de construcción que tienen el objetivo de originar una unidad de edificación a la que se conoce como producto, nos permite encontrar las diversas pérdidas que generalmente están presentes en la construcción (Elard, 2017) .



La ejecución de este nuevo diseño de producción en la construcción surge a nivel académico alrededor de 20 años y en el área de ejecución se está mostrando con gran importancia desde el 2007, principalmente en Estados Unidos, donde una variedad de investigaciones y estudios ejecutados manifiestan que las compañías que desarrollan este método de producción logran elevadas ganancias referidas a la disminución de costos, aumento de la producción, cumplir los tiempos de realización del proyecto, mejor calidad, aumento de seguridad, excelente gestión del riesgo y una mayor satisfacción del producto por parte del cliente, además genera el trabajo en equipo, mejora las relaciones, permite identificar los problemas y brindar una solución óptima (Gutierrez , 2017).

Los métodos que nos suministra la filosofía Lean Construction podemos mencionar Last Planner System, 5S, Lean Project Delivery System, Target Value Design, los cuales están generando importantes logros en el sector de la construcción (Cerveró, 2017).

El empleo de este modelo de producción permite desarrollar las actividades con mayor eficiencia agregando valor, disminuyendo las acciones que no lo ocasionan, es decir las pérdidas, obteniendo una mejor productividad en las etapas de construcción. Por lo tanto, el uso de las técnicas de Lean Construction brinda la posibilidad de lograr una con una excelente calidad, en menor tiempo y a bajo costo, brindando la seguridad requerida a los operarios (ILC, 2020).

Last Planner System (LPS) se define “como un régimen hacia la administración colaborativa de las relaciones solicitadas para la realización de la programación, producción, planificación y ejecución de las obras”. Esta guía diseña un tipo de programación en cascada que presenta tres niveles en base a “tres categorías: deben, pueden y se harán” (Porrás, 2015).

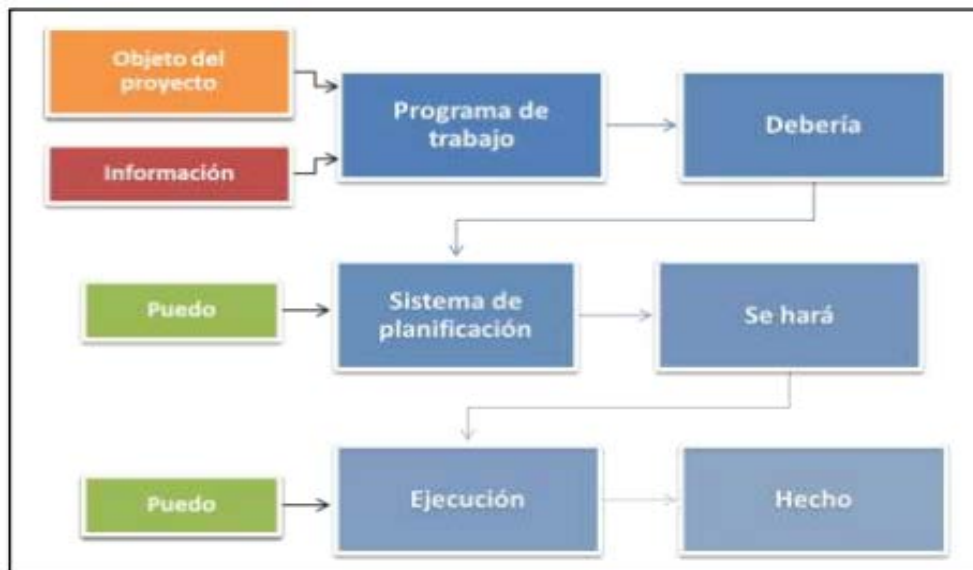


Figura 1: Last Planner System (LPS)

Es uno de los métodos de mayor importancia en la filosofía Lean Construction, empleado para realizar el concerniente control de la productividad de la mano de obra. Del modelo de planificación se mencionan tres tipos de programas, como : el programa maestro, semanal y diario, los cuales buscan reducir la complicada variabilidad en la construcción por medio de una proyección en la que: El programa maestro delimita los hitos de la programación de la obra, indicando el proceso a efectuar de manera general. El programa semanal es un cronograma tentativo donde se observa las acciones que se ejecutaran en la semana, traza las diversas actividades que pueden desarrollarse, buscando el compromiso del personal para su cumplimiento. Programación Diaria (Parte Diario) Conocido como el tareo, es un documento entregado de forma diaria al que tiene la responsabilidad de cada cuadrilla, refleja de manera precisa y clara las acciones a ejecutarse en el transcurso del día, el objetivo es establecer de manera formal lo que demanda del especialista de campo en lo que se refiere a las actividades a ejecutarse (Porrás, 2015).

Lean Project Delivery System (LPDS), se constituye para la gestión integral del proyecto como un proceso colaborativo durante su desarrollo total. Se utiliza un mecanismo en el proceso para alinear fines, recursos y restricciones. Consiste en un enfoque por períodos que percibe la definición del proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución y el uso y mantenimiento posterior del edificio,

instalaciones o infraestructura, que acontece de forma continua durante el desarrollo del proyecto y cada fase está formada por acciones e hitos que deben efectuarse conforme este progresa. Utiliza herramientas como Carta Balance y Nivel General de Actividad (Arcaya y Mamani, 2019).

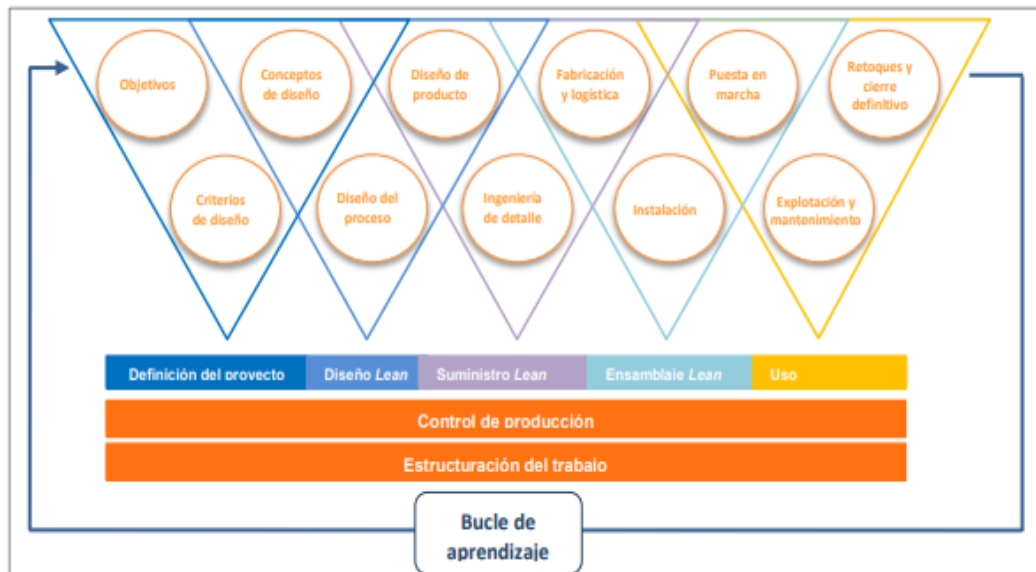


Figura 2: Lean Project Delivery System.

La herramienta NGA se desarrolla mediante “diversas mediciones en las que se detalla el tipo de trabajo que está ejecutando cada trabajador al instante de la medición (TP, TC, TNC)”. El formato del NGA, además de las categorías de TP, TC y TNC, brinda subcategorías para detallar las acciones realizadas que se consideran productivas, contributivas o no contributivas (Arcaya y Mamani, 2019).

La filosofía Lean Construction emplea otro recurso estadístico: La Carta de Balance de, la cual se enfoca en el control de la productividad de la mano de obra en los procesos constructivos específicos, generalmente aquellos que simbolizan un grado elevado de criticidad para la productividad del proyecto que se esté valorando, observa, registra y mide los tipos de trabajo en la actividad constructiva escogida para la concierne valoración estadística de la productividad de la mano de obra; así mismo facilita información orientada a la productividad de los trabajadores, permitiendo examinar el equilibrio de los trabajos al interior de la cuadrilla examinada para así establecer el número óptimo de obreros que conviene colocar en la cuadrilla evaluada (Arcaya y Mamani, 2019).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación:**

##### **Tipo de investigación:**

El proyecto desarrollado asumió un tipo de estudio aplicado, según Cano (2019), señala que La investigación aplicada es el estudio de trabajos originales elaborados para alcanzar nuevos conocimientos; sin embargo, está encaminado principalmente hacia un objetivo o propósito específico práctico. En tal sentido el estudio efectuado ayudó a solucionar problemas en los proyectos de construcción.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de esta investigación fue pre experimental. Según Ramos (2020), reflexiona que es una forma de ensayo, acorde a la cual, se colocan a prueba los diversos instrumentos que se valoraron para el experimento, diferenciado por realizar una intervención exclusivamente en un grupo. Se realizó una pre prueba, identificando la productividad inicial de la empresa y luego una post prueba después de aplicar las herramientas Lean Construction, posteriormente se verificó la productividad final.

#### **3.2. Variables y operacionalización:**

Valderrama (2015), sustenta que: “Son particularidades visibles que, al ser medida, se modifican cuantitativa y cualitativamente una en relación con otra”. Para el desarrollo de este estudio se utilizó la variable dependiente productividad y la variable independiente Lean Construction.

##### **Variable independiente:** Lean Construction

Definición conceptual: Según ILC (2020), la filosofía Lean Construction se enfoca concretamente en la productividad, planteándose como objetivo fundamental la optimización de las tareas por medio de la disminución de todas las acciones que le quitan valor a la obra civil. Requiere herramientas de gran valor que se emplean antes y durante el desarrollo de las obras de construcción, garantizando el incremento de la productividad y disminución de los residuos.

Definición operacional: Lean Construction se evaluó a través de las siguientes dimensiones: Sistema Last Planner y sus indicadores Programación maestra,

Programación semanal, Programación diaria y Lean Project Delivery System (LPDS), el cual presentó como indicadores Nivel general de actividad, Carta balance y una escala de medición: razón (Elard, 2017).

### **Variable dependiente: Productividad**

Definición conceptual: Según Tsutsumi (2017), precisa que la productividad es la relación entre la producción o avance derivado del trabajo (salidas u outputs), y la materia prima empleada para la obtención de la producción (entradas o inputs).

Definición operacional: se analizó mediante la productividad de mano de obra, presentando como indicador el Porcentaje de El trabajo productivo(% TP), El Porcentaje de trabajo contributivo (% TC) y El Porcentaje de trabajo no contributivo (% TNC) y una escala de medición: razón (Elard, 2017).

Anexos 01

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Población: “conjunto de casos definidos, que forma el referente para determinar la muestra y que satisface ciertos criterios |establecidos” (Arias, Villasís y Miranda, 2016). En este sentido, la población de estudio fueron los proyectos de construcción que desarrolla la empresa Habacuc durante el año 2021. Con relación a la muestra se consideró la población.

Criterios de inclusión: Son todas las particularidades establecidas que deben poseer un sujeto u objeto de investigación para que sea parte del estudio. Arias, (2016) Los Proyectos ejecutados durante el año 2021.

Criterios de exclusión: Está referido a las circunstancias o particularidades que muestran los colaboradores y que modifican los resultados, por ello no son elegibles para el estudio realizado. Arias, (2016). Los proyectos de construcción ejecutados durante años anteriores.

Unidad de análisis: Un proyecto de construcción ejecutado en la empresa Habacuc.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

Esta investigación utilizó para el cumplimiento del Primer objetivo específico, la técnica de la entrevista, muestreo del trabajo efectuando un estudio cuantitativo de los tiempos de trabajo (Padilla, 2016), y análisis documental , empleando respectivamente como instrumentos la guía de entrevista( Anexo 03), ficha de registro del trabajo productivo , contributivo y no contributivo ( Anexo 04 ) , ficha de registro del rendimiento (Anexo 05) .

Con respecto al segundo objetivo se utilizó el análisis documental y muestreo del trabajo, empleando como instrumentos el Informe Semanal de Producción, ficha de registro para cada indicador Nivel general de actividad (Anexo 06) , Carta balance (Anexo 07), Programación maestra (Anexo 08), Programación semanal (Anexo 09), Programación diaria (Anexo 10) .

Finalmente, para el tercer objetivo se aplicó la técnica de muestreo del trabajo y análisis documental, empleando como instrumentos la ficha de registro del trabajo productivo, contributivo y no contributivo, ficha de registro del rendimiento utilizados en la evaluación inicial.

#### **Validez y confiabilidad.**

Todos los instrumentos que se utilizaron en el presente trabajo de investigación fueron validados por tres expertos Ingenieros Industriales de la Universidad César Vallejo, donde se evaluó así mismo la matriz de operacionalización de las variables.

### **3.5. Procedimientos:**

Se realizó las coordinaciones respectivas con las autoridades de la empresa constructora, para que nos permitan acceder a las instalaciones y con las medidas requeridas a la obra de construcción, para adquirir la información necesaria en la realización del proyecto.

Luego se evaluó la situación de la empresa diagnosticando y determinando la productividad actual , para ello se realizó una entrevista, un análisis documental de

los informes de producción semanal y el muestreo del trabajo empleado en el análisis de las operaciones, efectuando un estudio cuantitativo de los tiempos de trabajo de los operarios, permitiendo obtener el porcentaje de trabajo productivo, contributivo y no contributivo además del rendimiento el cual se medirá con el Avance diario (m<sup>2</sup>), (m<sup>3</sup>) y el Tiempo (horas) con la mano de obra.

A continuación, se aplicó Lean Construction para controlar lo que se produce utilizando las herramientas (LPDS y LPS), se desarrolló el cronograma que en este caso corresponde a la Programación Maestra, Programación semanal y diaria y se realizó el registro del Nivel general de actividad y Carta balance. Se comparó progresivamente los resultados alcanzados en la edificación.

Finalmente se determinó la productividad en el proyecto después de aplicar Lean Construction, mediante la ficha de registro del trabajo productivo, contributivo y no contributivo y la ficha de registro del rendimiento, encontrando así el efecto producido comparado con los resultados obtenidos inicialmente, permitiendo dar cumplimiento a nuestro objetivo general.

### **3.6. Método de análisis de datos:**

Se aplicó en el estudio un análisis descriptivo donde los datos obtenidos sobre cada variable de estudio fueron analizados mediante el uso de tablas, gráficos, y un análisis inferencial para hacer nuestra prueba de hipótesis, para ello se realizó una prueba de normalidad y se aplicó la prueba t student en el software SPSS.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Se desarrolló en la investigación los conocimientos alcanzados en el transcurso de la carrera de Ingeniería Industrial, se respetó la confiabilidad de los datos, la propiedad intelectual y la autenticidad de los resultados.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Diagnosticar la situación de la empresa constructora y Determinar la productividad inicial.**

La empresa HABACUC S.A.C, es una empresa dedicada a la planificación, gestión/ejecución y control de construcción de infraestructuras, ubicada en Prol. Ancash Nro. 303 del distrito de San Pedro de Lloc, Provincia de Pacasmayo, Región La Libertad. RUC: 20600966848. Se efectuaron las coordinaciones respectivas con las autoridades de la empresa constructora para acceder a las instalaciones y realizar una entrevista, así mismo con las medidas requeridas se ingresó a la obra de construcción, determinando así las causas que influyeron en la productividad, detallándolas en el siguiente diagrama de Ishikawa.

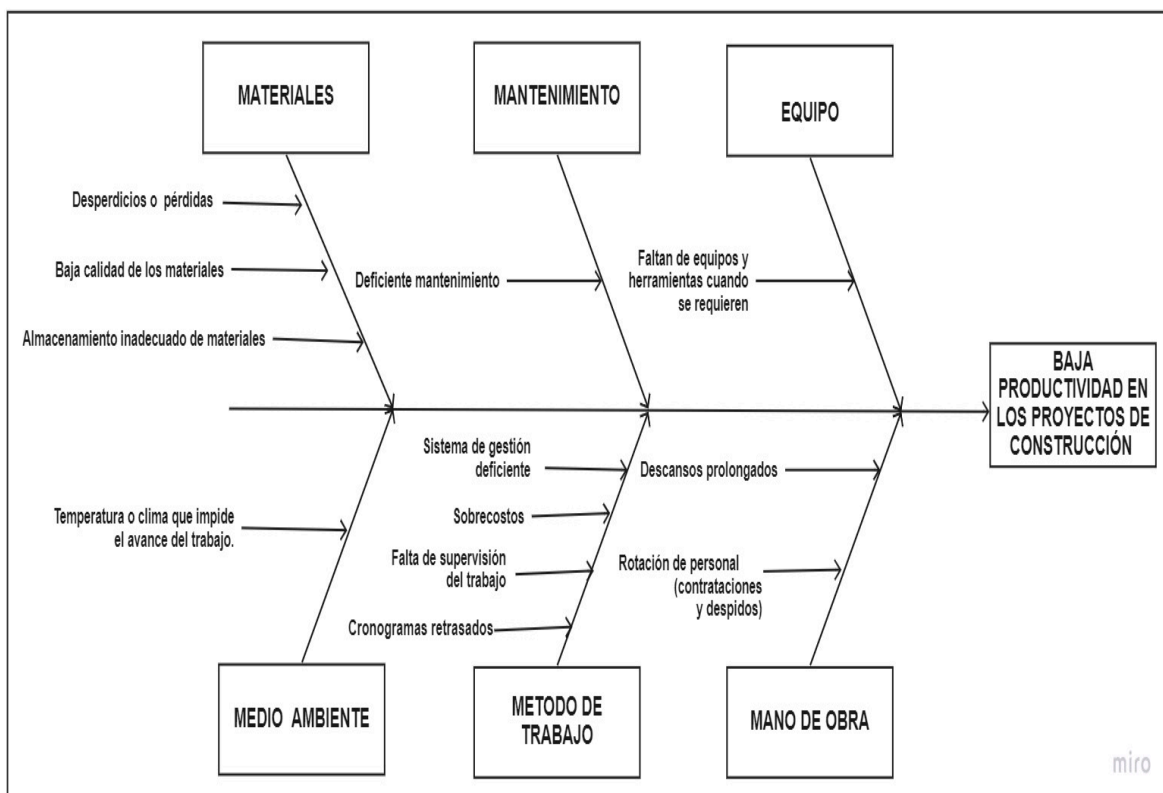


Figura 3 : Diagrama Ishikawa . Causas que influyen en la productividad .

En la Figura , se observa las principales causas que generaron la baja productividad de los proyectos de construcción en la empresa HABACUC, Pacasmayo – 2021

A continuación, se procedió a categorizar las causas utilizando el diagrama de Pareto .



Tabla 1 : Causas que influyen en la productividad de los proyectos de construcción.

ID en gráfico	Causa / Problema	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
P1	Sistema de gestión deficiente	50	23%	23%
P2	Desperdicios o pérdidas en los materiales.	40	19%	42%
P3	Falta de supervisión del trabajo	32	15%	57%
P4	Cronogramas retrasados	23	11%	67%
P5	Sobrecostos	21	10%	77%
P6	Faltan de equipos y herramientas cuando se requieren	12	6%	83%
P7	Descansos prolongados	10	5%	87%
P8	Rotación de personal (contrataciones y despidos)	9	4%	92%
P9	Baja calidad de los materiales	8	4%	95%
P10	Almacenamiento inadecuado de materiales	5	2%	98%
P11	Deficiente mantenimiento	3	1%	99%
P12	Temperatura o clima que impide el avance del trabajo.	2	1%	100%

Fuente: Elaboración propia .

En la Tabla anterior se observa la categorización de las causas que tienen mayor influencia en la baja productividad: sistema de gestión deficiente, desperdicios o pérdidas en los materiales, falta de supervisión del trabajo, cronogramas retrasados y sobrecosto.

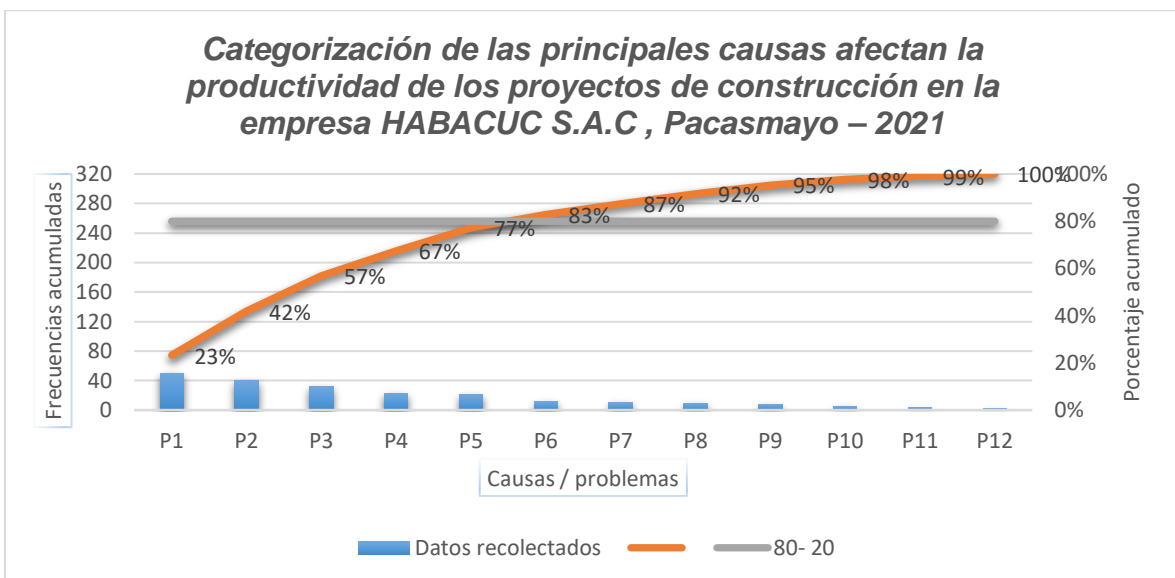


Figura 4 : Diagrama de Pareto de las Causas que influyen en la productividad .

En la Figura , se observa la categorización de las principales causas representadas por P1 hasta P5 las cuales generaron la baja productividad de los proyectos de construcción.

*Tabla 2 : Problemas, causas, solución*

<b>Problema</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>
Sistema de gestión deficiente	Inadecuada planificación, programación y ejecución de los proyectos	Realización de la programación, producción, planificación y ejecución de las obras mediante Last Planner System
Desperdicios o pérdidas en los materiales.	Durante la producción, se utiliza los materiales para un procedimiento que es necesario, pero no se tenía planeado y pérdidas por negligencia producido cuando los materiales se utilizan con mayor cantidad en procedimiento.	Observar, registrar y medir los tipos de trabajo en la actividad constructiva aplicando Lean Project Delivery System (LPDS)
Falta de supervisión del trabajo	Escasez de personal preparado para desarrollar la dirección y gestión de los proyectos .	Aplicación de Lean Project Delivery System (LPDS)
Cronogramas retrasados	Ineficiencias en técnicas y herramientas tecnológicas para los procesos del proyecto .	Aplicación de Last Planner System
Sobrecostos	Alto costo que representa la falta de control en el uso de maquinarias, materiales y mano de obra .	Aplicación de Last Planner System

Fuente: elaboración propia

En la Tabla anterior se observan los problemas principales determinados en el diagrama de Pareto, las causas y las soluciones mediante la aplicación de Lean Construction .

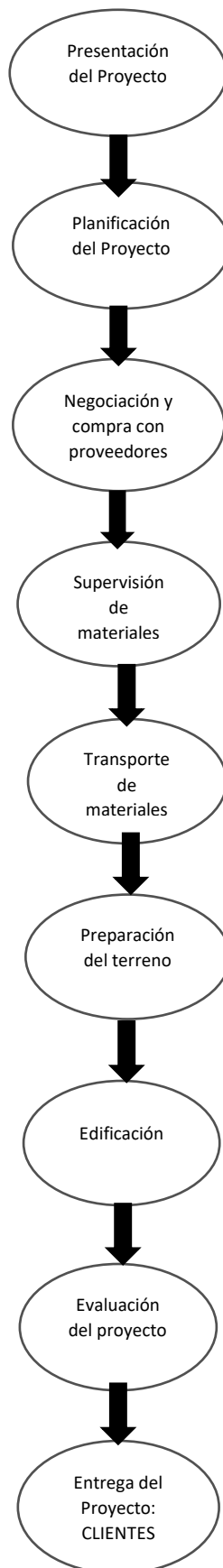


Figura 5 : Proceso del Proyecto

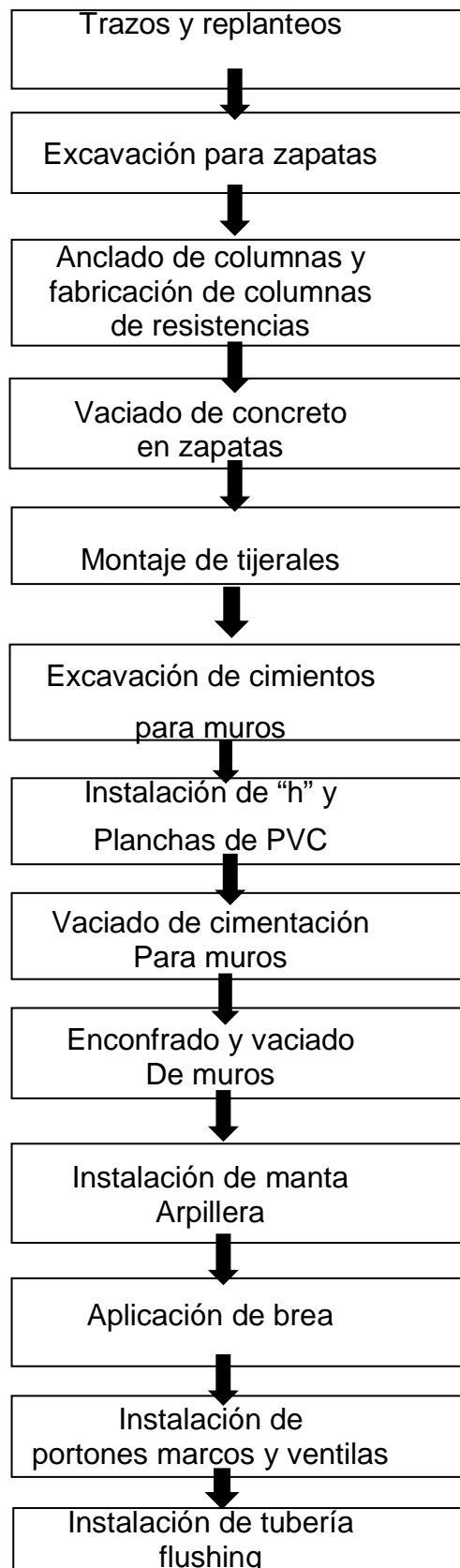


Figura 6 : Proceso según tipo de obra- construcción de infraestructura avícola.

A continuación, se calculó la productividad inicial de la empresa HABACUC S.A.C

*Tabla 3 : Ficha del registro de trabajo .*

FICHA DEL REGISTRO DE TRABAJO EN LA OBRA		
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	TRABAJO CONTRIBUTIVO (TC)	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO ( TNC)
Excavación para zapatas	Mediciones (M)	Esperas ( E )
Anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias	Transporte (T)	Tiempo Ocioso (O)
Vaciado de concreto en zapatas	Limpieza (L)	Descanso (D)
Montaje de tijerales	Instrucciones (I)	Necesidades (N)
Excavación de cimientos para muros	Habilitación de materiales (HM)	Viaje (V)
Instalación de "h" y Planchas de PVC	Habilitación de equipo (HE)	Trabajo Rehecho (R)
Vaciado de cimentación para muros		Otros( Y )
Enconfrado y vaciado De muros		
Instalación de manta arpillera		
Aplicación de brea		
Ensamble e instalación de portones marcos y ventilas		
Instalación de tubería flushing		

Fuente: elaboración propia

En la Tabla anterior se observa las actividades que se realizan en el proceso de construcción , distribuidas según el tipo de trabajo realizado.

*Tabla 4 : Productividad inicial .*

	SEMAN A 1	SEMAN A 2	SEMAN A 3	SEMAN A 4	SEMAN A 5	SEMAN A 6	SEMAN A 7	SEMAN A 8	TOTAL HORAS
FECHA	03/05/2 1	10/05/2 1	17/05/2 1	24/05/2 1	31/05/2 1	07/06/2 1	14/06/2 1	21/06/2 1	
TP	16	17	18	18	18	17	18	18	140
TC	17	16	16	16	16	16	17	16	130
TNC	15	15	14	14	14	15	13	14	114
TOTAL HORAS	48	48	48	48	48	48	48	48	384
PRODUCTIVIDAD	33,3	35,4	37,5	37,5	37,5	35,4	37,5	37,5	

Fuente : elaboración propia

En esta tabla se resume el control de horas y tiempo que se tomó durante 8 semanas, realizando la sumatoria de horas invertidas en actividades ejecutadas, se observa que fue un total 384 horas de trabajo, 140 horas corresponden a las actividades productivas, 130 referente a las contributivas y 114 no Contributivas, las cuales no generan valor a la compañía y al cliente.

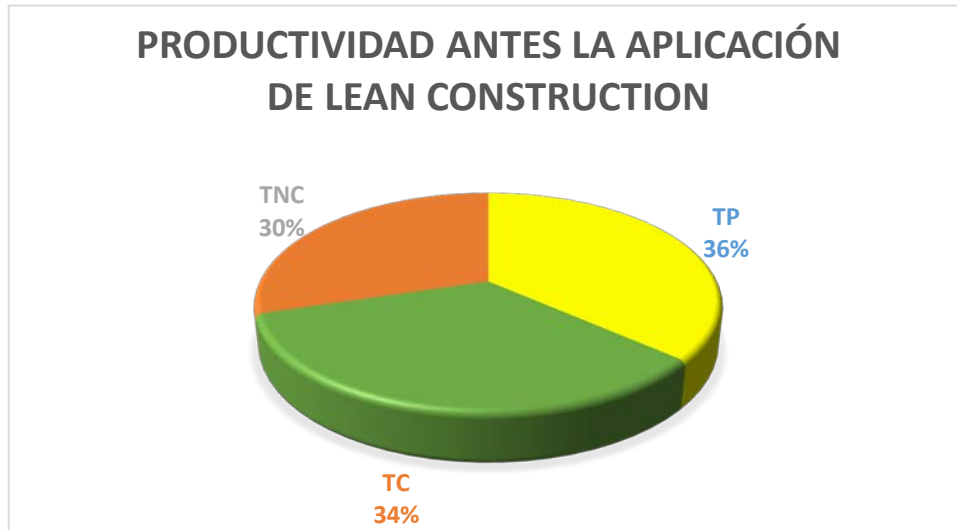


Figura 7 : Gráfica de la productividad inicial

Esta gráfica refleja la productividad obtenida durante estas 8 semanas de análisis, verificando como resultado que del 100% invertido, se observa un trabajo productivo del 36 %, un trabajo contributivo de 34% y el 30% fue no contributivo en el proyecto, lo cual fue un índice muy alto que generó pérdidas económicas y de tiempo a la compañía.

Tabla 5 : Rendimiento de la partida de encofrado antes de la aplicación de Lean Construction.

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	TOTAL, M2 - HH
FECHA	03/05/2021	10/05/2021	17/05/2021	24/05/2021	31/05/2021	07/06/2021	14/06/2021	21/06/2021	
M2	123,4	218,5	98	95	93				683,9
HH	168	256	120	104	104				800,0
RENDIMIENTO	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9				1,17 0,85

RENDIMIENTO DE OBRA - encofrado y desencofrado	0,85 m2/hh
---	------------

Fuente: elaboracion propia

En esta tabla se resume la producción en m2 y el tiempo que se invirtió durante 8 semanas antes de la aplicación de Lean Construction, se observa que se trabajó en la partida de encofrado y desencofrado 683,9 m2 en un total de 800 HH , obteniendo un rendimiento de 0,85 m2/hh .

*Tabla 6 : Rendimiento de la partida de concreto antes de la aplicación de Lean Construction.*

CONCRETO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	TOTAL, M2 - HH
FECHA	03/05/2021	10/05/2021	17/05/2021	24/05/2021	31/05/2021	07/06/2021	14/06/2021	21/06/2021	
M3		32	34	30	65			72	233,0
HH		40	40	32	80			88	280,0
RENDIMIENTO		0,8	0,9	0,9	0,8			0,8	0,83

RENDIMIENTO DE OBRA - concreto	0,83 m3/hh
-----------------------------------	------------

Fuente: elaboracion propia

En esta tabla se resume la producción en m3 y el tiempo que se invirtió durante 8 semanas antes de la aplicación de Lean Construction, se observa que se trabajó en la partida de concreto 233 m3 en 280 HH, obteniendo un rendimiento de 0,83 m3/hh .

## Aplicar Lean Construction en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc.

Para la realización de este objetivo se inició haciendo el cálculo del porcentaje de actividades ejecutadas. Se hizo uso de Lean Project Delivery System (LPDS)

Tabla 7. Carta balance de la actividad de anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias - evaluación inicial

TIEMPO PROMEDIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO
(min)	A	B	C	D	E	F	G	H
8:00:00	E	E	E	E	E	E	E	E
8:15:00	E	E	E	E	E	E	E	E
8:30:00	E	E	E	E	IO	IO	IO	IO
8:45:00	IO	IO	IO	IO	CP	E	E	IO
9:00:00	V	E	E	E	CP	E	E	LC
9:15:00	NS	NS	NS	LC	LC	LC	LC	LC
9:30:00	DC	DC	DC	LC	LC	LC	LC	LC
9:45:00	DC	DC	DC	LC	LC	LC	LC	LC
10:00:00	N	N	N	N	N	N	N	N
10:15:00	FC	DC	DC	DC	DC	CP	CP	S
10:30:00	S	CP	CP	CP	CP	CV	CV	CV

OBRA	"Construcción de la granja San Demetrio"
ACTIVIDAD	Vaciado de concreto en zapatas
FECHA	

TRABAJO PRODUCTIVO	
NS	Nivelación de superficie
DC	Distribuir el concreto
FC	Fabricación de Columnas de Resistencias

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
CP	Colocación de piedras
LC	levantar verticalmente las columnas
CV	Colocar verticalmente las canastillas



10:45:00	DC	S	S	S	DC	CV	CV	DC
11:00:00	DC	DC	DC	DC	S	DC	DC	CP
11:15:00	DC	DC	DC	DC	CV	S	S	CP
11:30:00	FC	DC	DC	DC	DC	CP	CP	S
11:45:00	FC	S	S	S	S	CP	CP	CP
12:00:00	FC	S	S	S	S	CP	CP	CP
ALMUE RZO								
13:00:00	DC	DC	DC	DC	CV	DC	DC	DC
13:15:00	FC	FC	FC	FC	FC	LC	LC	LC
13:30:00	FC	FC	FC	FC	CV	DC	DC	LC
13:45:00	DC	DC	DC	DC	DC	CP	CP	DC
14:00:00	DC	DC	DC	DC	CV	DC	DC	V
14:15:00	S	S	S	S	DC	CP	CP	CP
14:30:00	DC	DC	DC	V	S	DC	DC	S
14:45:00	DC	DC	DC	V	CV	S	S	CV

IO	Instrucciones de obra ( recibir / dar)
LV	Limpieza en zona de vaciado
LH	Limpieza de herramientas

	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso ( refrigerio)
V	viajes improductivos

	DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO
TRABAJO PRODUCTIVO	38,8%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	35,9%

15:00:00	DC	DC	DC	DC	DC	CV	CV	DC
15:15:00	FC	FC	FC	FC	CV	DC	DC	CV
15:30:00	FC	FC	FC	FC	DC	CP	CP	V
15:45:00	S	S	S	S	CP	FC	FC	CP
16:00:00	DC	DC	DC	DC	DC	CP	CP	CP
16:15:00	DC	DC	DC	DC	LV	LV	LV	LV
16:30:00	LV	LV	LV	LV	LV	LV	LV	LV
16:45:00	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH
17:00:00	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	25,3%
-------------------------	-------

Fuente: elaboracion propia

Tabla 8. Nivel General de la actividad de anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias - evaluación inicial

TIPO	ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO H	CANTIDAD	% TOTAL	% TRABAJO POR	% TOTAL
------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	----------	---------	---------------	---------

												ACTIVIDAD	
TP	NS	1	1	1	1	0	0	0	0	4	1,5%	3,8%	38,8%
	DC	13	14	14	14	8	6	6	4	79	28,9%	74,5%	
	FC	8	4	4	4	1	1	1	0	23	8,4%	21,7%	
	Subtotal (%)	64,7%	55,9%	55,9%	52,8%	26,5%	21,2%	20,6%	11,8%				
TC	CP	0	1	1	1	4	8	8	7	30	11,0%	30,6%	35,9%
	LC	0	0	0	0	3	4	4	6	17	6,2%	17,3%	
	CV	0	0	0	0	6	3	3	3	15	5,5%	15,3%	
	IO	1	1	1	1	1	0	1	2	8	2,9%	8,2%	
	LV	1	1	1	1	2	2	2	2	12	4,4%	12,2%	
	LH	2	2	2	2	2	2	2	2	16	5,9%	16,3%	
	Subtotal (%)	11,8%	14,7%	14,7%	13,9%	52,9%	57,6%	58,8%	64,7%				
TNC	S	3	5	5	5	4	2	2	3	29	10,6%	42,0%	25,3%
	E	3	4	4	4	2	4	4	2	27	9,9%	39,1%	
	N	1	1	1	1	1	1	1	1	8	2,9%	11,6%	
	V	1	0	0	2	0	0	0	2	5	1,8%	7,2%	
	Subtotal (%)	23,5%	29,4%	29,4%	33,3%	20,6%	21,2%	20,6%	23,5%				
	TOTAL	34	34	34	36	34	33	34	34	273	100,0%		

Fuente : elaboración propia

Tabla 9. Resumen de la actividad de anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias - evaluación inicial

TIPO	ACTIVIDAD	OPERA RIO A	OPERA RIO B	OPERAR IOC	OPERA RIO D	OPERA RIO E	OPERA RIO F	OPERA RIO G	OPERA RIO H
TP	Subtota I (%)	64,7%	55,9%	55,9%	52,8%	26,5%	21,2%	20,6%	11,8%
TC	Subtota I (%)	11,8%	14,7%	14,7%	13,9%	52,9%	57,6%	58,8%	64,7%
TNC	Subtota I (%)	23,5%	29,4%	29,4%	33,3%	20,6%	21,2%	20,6%	23,5%

Fuente: Elaboración propia

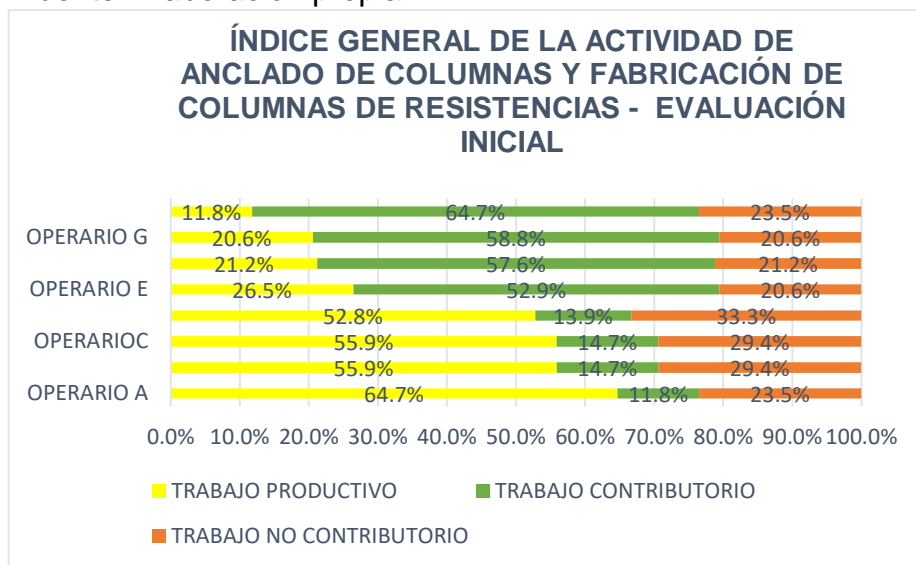


Figura 8 : Gráfica del Nivel General de Actividad anclado de columnas evaluación inicial

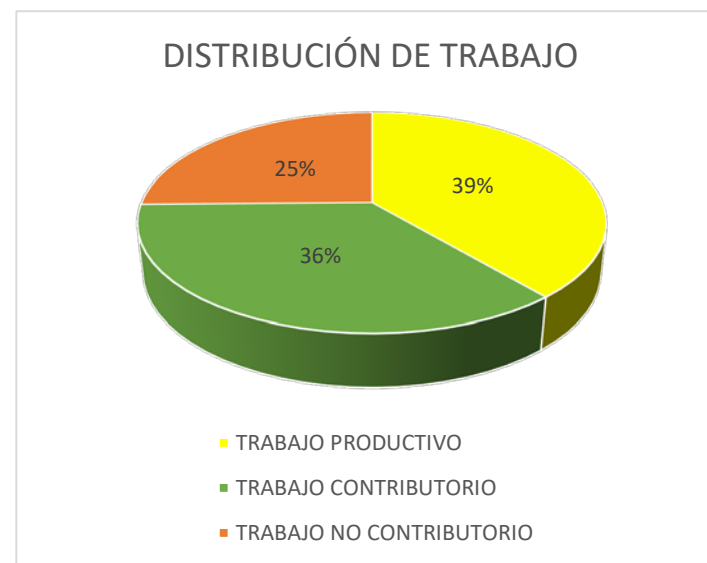


Figura 9 : Gráfica de la distribución de trabajo anclado de columnas - evaluación inicial

### **Evaluación de Resultados : Anclado de columnas**

- ✓ Se observa en la *Tabla 7*, que existe un desorden de los obreros cuando van a los servicios higiénicos.
- ✓ Se observa en la *Tabla 7*, que a las 10.00 am todos los obreros dedican un tiempo no contributivo de 15 minutos para tomar un refrigerio.
- ✓ Se observa en la *Tabla 8*, que el trabajo productivo de los operarios OpE, OpF, OpG y OpH; realizan un trabajo productivo bajo .

### **Propuesta de Mejora**

- ✓ Se dispone las salidas a los servicios higiénicos de los obreros, en grupos mínimo de 2 en 2, teniendo cada obrero dos oportunidades de ir, una antes de la hora de su almuerzo y a su retorno .
- ✓ Se realizó un mayor control sobre los operarios para mejorar su rendimiento y eliminar el tiempo no contributivo en su mayoría, empleando el tiempo de espera para dar las instrucciones requeridas y colocar el material para la obra .

Tabla 10. Carta balance de la actividad de encofrado- evaluación inicial

TIEMPO PROMEDIO (min)	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO H	ACTIVIDAD	ENCOFRADO
8:00:00	E	E	E	E	E	E	E	E		
8:15:00	E	E	E	E	E	E	E	E		TRABAJO PRODUCTIVO
8:30:00	E	E	E	E	E	E	E	E	CSV	Colocación de soportes para vigas
8:45:00	E	E	E	E	E	E	E	E	CFV	colocación de fondos para vigas
9:00:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	CCV	colocación de costados de vigas
9:15:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	VCM	Vaciado de concreto para muros
9:30:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	EBM	Extracción de bloques de madera
9:45:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH		
10:00:00	N	N	N	N	N	N	N	N		TRABAJO CONTRIBUTORIO
10:15:00	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	Acarreo horizontal
10:30:00	S	S	CSV	CSV	S	S	AH	AH	AV	Acarreo vertical
10:45:00	CSV	CSV	S	S	AH	AH	S	V	CV	Colocación de clavos
11:00:00	CSV	CSV	S	DC	AH	AH	AH	V	CC	Colocación de cinta
11:15:00	CSV	AH	AH	S	AH	AH	AH	V	IO	Instrucciones de obra ( recibir / dar)
11:30:00	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	V	LE	Limpieza de encofrado
11:45:00	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH		

12:00:00	CFV	CFV	CFV	CFV	AH	AH	AH	AH		TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
ALMUERZO									S	Ir a servicios higiénicos
13:00:00	CFV	CFV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	E	Esperas
13:15:00	CFV	CFV	IO	IO	IO	IO	IO	IO	N	Tiempo ocioso (refrigerio)
13:30:00	CFV	CFV	IO	IO	IO	IO	IO	IO	V	viajes improductivos
13:45:00	CFV	CFV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV		
14:00:00	CFV	CFV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV		DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO
14:15:00	S	S	AV	AV	AV	AV	AV	AV		TRABAJO PRODUCTIVO 27,1%
14:30:00	VC	DC	S	AV	AV	AV	AV	AV		TRABAJO CONTRIBUTORIO 50,6%
14:45:00	DC	VC	CV	S	AH	AH	AH	AH		TRABAJO NO CONTRIBUTORIO 22,3%
15:00:00	DC	VC	DC	CV	S	CCV	CCV	CCV		
15:15:00	VCM	VCM	VCM	CV	CV	CCV	CCV	CCV		
15:30:00	VCM	VCM	VCM	CV	CV	S	S	S		
15:45:00	VCM	VCM	VCM	CV	CV	CV	CV	CC		
16:00:00	VCM	VCM	VCM	VB	AH	CC	CC	CC		
16:15:00	VCM	VCM	VCM	IO	IO	IO	AH	AH		
16:30:00	VCM	VCM	VCM	VB	AH	AH	AH	AH		
16:45:00	EC	EC	EC	EBM	EBM	EBM	EBM	EBM		
17:00:00	EC	EC	EC	LE	LE	LE	LE	LE		

Fuente : elaboración propia .

Tabla 11. Nivel General de la actividad de encofrado- evaluación inicial

TIPO	ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO H	CANTIDAD	% TOTAL	% TRABAJO POR ACTIVIDAD	% TOTAL
TP	CSV	6	3	2	2	0	0	0	0	13	5,2%	19,1%	27,1%
	CFV	6	6	1	1	0	0	0	0	14	5,6%	20,6%	
	CCV	0	0	2	2	2	4	4	4	18	7,2%	26,5%	
	VCM	6	6	6	0	0	0	0	0	18	7,2%	26,5%	
	EBM	0	0	0	1	1	1	1	1	5	2,0%	7,4%	
	Subtotal (%)	62,1%	51,7%	35,5%	23,1%	8,8%	14,7%	14,7%	14,7%				
TC	AH	4	7	8	7	15	14	15	12	82	32,7%	64,6%	50,6%
	AV	0	0	1	2	2	2	2	2	11	4,4%	8,7%	
	CV	0	0	1	4	3	1	1	0	10	4,0%	7,9%	
	CC	0	0	0	0	0	1	1	2	4	1,6%	3,1%	
	IO	0	0	2	3	3	3	2	2	15	6,0%	11,8%	
	LE	0	0	0	1	1	1	1	1	5	2,0%	3,9%	
	Subtotal (%)	13,8%	24,1%	38,7%	65,4%	70,6%	64,7%	64,7%	55,9%				
TNC	S	2	2	3	3	2	2	2	1	17	6,8%	30,4%	22,3%
	E	4	4	4	0	4	4	4	4	28	11,2%	50,0%	
	N	1	1	1	0	1	1	1	1	7	2,8%	12,5%	
	V	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1,6%	7,1%	



	Subtotal (%)	24,1%	24,1%	25,8%	11,5%	20,6%	20,6%	20,6%	29,4%			
	TOTAL	29	29	31	26	34	34	34	34	251	100,0%	

Fuente : elaboración propia

Tabla 12. Resumen de la actividad de encofrado- evaluación inicial

TIPO	ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO E
TP	Subtotal (%)	62,1%	51,7%	35,5%	23,1%	8,8%	9,1%	9,1%	9,4%
TC	Subtotal (%)	13,8%	24,1%	38,7%	65,4%	70,6%	66,7%	66,7%	59,4%
TNC	Subtotal (%)	24,1%	24,1%	25,8%	11,5%	20,6%	24,2%	24,2%	31,3%

Fuente : elaboración propia .

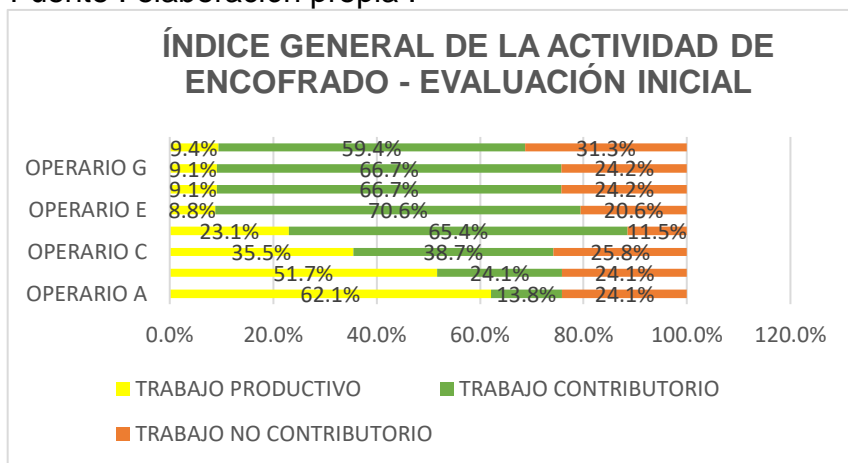


Figura 10 : Gráfica del Nivel General de la Actividad de encofrado - evaluación inicial

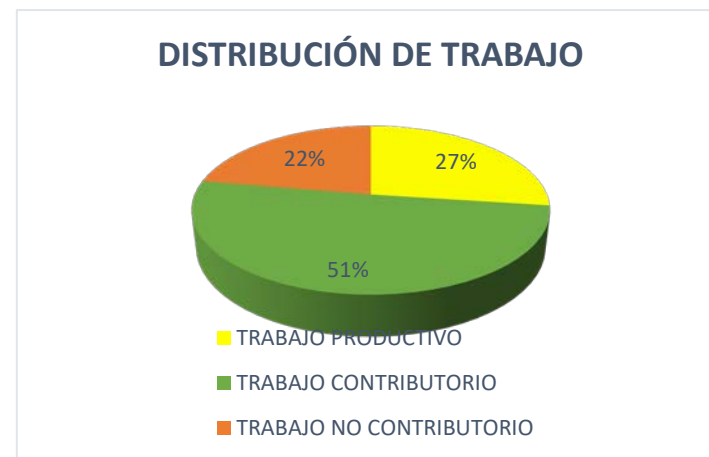


Figura 11 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad de encofrado - evaluación inicial

## **Evaluación de Resultados : Encofrado**

- ✓ Se observa en la *Tabla 10*, un periodo de 45 minutos de espera que no genera ningún valor en la obra.
- ✓ Así mismo podemos verificar que el trabajo contributivo supera al productivo, encontrando dentro de estas actividades el acarreo horizontal, acarreo vertical, colocación de clavos , instrucciones de obra.

## **Propuesta de Mejora**

- ✓ El tiempo de espera será invertido en la colocación de soportes, fondos y costados de las vigas .
- ✓ Se ha visto conveniente que los operarios E,F,G,H sean rotados para una mayor exigencia en su labor, monitoreado sus tiempos de ejecución.
- ✓ Se dispone de adquirir de forma oportuna los equipos, materiales y herramientas para realizar el encofrado y así disminuir el tiempo no contributivo.

Tabla 13. Carta balance de la actividad de concreto- evaluación inicial

TIEMPO PROMEDIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO
(min)	A	B	C	D	E
8:00:00	E	E	E	E	E
8:15:00	E	E	IO	IO	IO
8:30:00	E	E	VC	VC	VC
8:45:00	VC	E	VB	E	LV
9:00:00	VC	E	DC	E	LV
9:15:00	DC	VC	VB	DC	VB
9:30:00	DC	VC	DC	VB	DC
9:45:00	VC	DC	VB	DC	RB
10:00:00	N	N	N	N	N
10:15:00	VC	DC	DC	VB	S
10:30:00	S	VC	VB	DC	VB
10:45:00	DC	S	DC	VB	DC
11:00:00	DC	VC	S	DC	RB
11:15:00	VC	DC	VB	S	VB
11:30:00	VC	DC	DC	VB	S
11:45:00	DC	VC	CP	CP	CP
12:00:00	CP	CP	CP	VB	VB
ALMUERZO					
13:00:00	S	S	VB	DC	DC

OBRA	"Construcción de la granja San Demetrio"
ACTIVIDAD	Vaciado de concreto en zapatas
FECHA	

TRABAJO PRODUCTIVO	
VC	Vaciado de concreto
DC	Distribuir el concreto

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
RB	Remate con badilejo
CP	Colocación de piedras
VB	Vibrar concreto
IO	Instrucciones de obra ( recibir / dar)
LV	Limpieza en zona de vaciado
LH	Limpieza de herramientas

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas

13:15:00	E	E	E	VB	RB
13:30:00	DC	VC	VB	DC	VB
13:45:00	IO	IO	IO	VB	DC
14:00:00	VC	DC	VB	DC	V
14:15:00	S	S	DC	VB	RB
14:30:00	VC	DC	S	DC	S
14:45:00	DC	VC	VB	S	VB
15:00:00	LV	CP	DC	VB	DC
15:15:00	LV	CP	VB	DC	RB
15:30:00	VC	DC	DC	VB	V
15:45:00	DC	VC	VB	DC	VB
16:00:00	V	V	DC	VB	DC
16:15:00	VC	DC	VB	DC	RB
16:30:00	VC	DC	DC	VB	VB
16:45:00	S	S	LH	LH	LH
17:00:00	LH	LH	LH	LH	LH

N	Tiempo ocioso ( refrigerio)
V	viajes improductivos

	DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO
TRABAJO PRODUCTIVO	38,8%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	37,6%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	23,5%

Fuente : elaboración propia

Tabla 14. Nivel General de la actividad de concreto - evaluación inicial

TIPO	ACTIVIDA D	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	CANTIDAD	% TOTAL	% TRABAJO POR ACTIVIDAD	% TOTAL
TP	VC	11	8	1	1	1	22	12,9%	33,3%	38,8%
	DC	8	9	10	11	6	44	25,9%	66,7%	
	Subtotal (%)	55,9%	50,0%	32,4%	35,3%	20,6%				
TC	RB	0	0	0	0	6	6	3,5%	9,4%	37,6%
	CP	1	3	2	1	1	8	4,7%	12,5%	
	VB	0	0	12	12	8	32	18,8%	50,0%	
	IO	1	1	2	1	1	6	3,5%	9,4%	
	LV	2	0	0	0	2	4	2,4%	6,3%	
	LH	1	1	2	2	2	8	4,7%	12,5%	
	Subtotal (%)	14,7%	14,7%	52,9%	47,1%	58,8%				
TNC	S	4	4	2	2	3	15	8,8%	37,5%	23,5%
	E	4	6	2	3	1	16	9,4%	40,0%	
	N	1	1	1	1	1	5	2,9%	12,5%	
	V	1	1	0	0	2	4	2,4%	10,0%	
	Subtotal (%)	29,4%	35,3%	14,7%	17,6%	20,6%				
	TOTAL	34	34	34	34	34	170	100,0%		

Fuente : elaboración propia

Tabla 15. Tabla resumen de la actividad de concreto - evaluación inicial

TIPO	ACTIVIDA D	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E
TP	Subtotal (%)	55,9%	50,0%	32,4%	35,3%	20,6%
TC	Subtotal (%)	14,7%	14,7%	52,9%	47,1%	58,8%
TNC	Subtotal (%)	29,4%	35,3%	14,7%	17,6%	20,6%

Fuente : elaboración propia

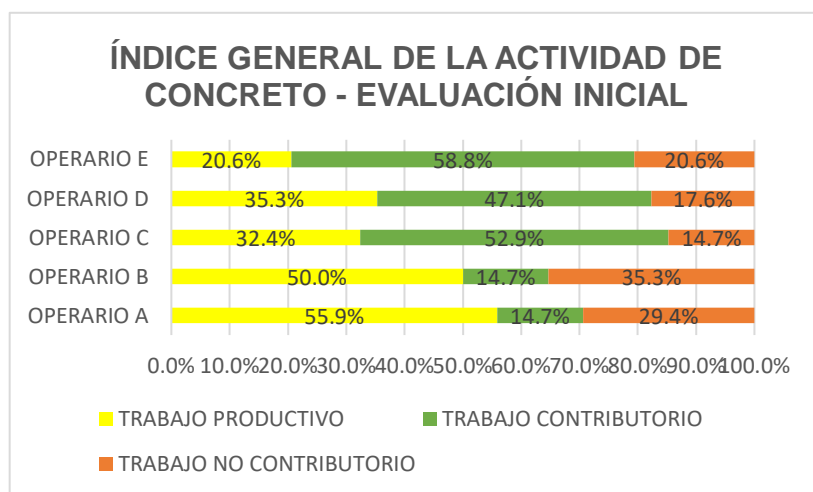


Figura 12 : Gráfica del Nivel General de la actividad de concreto – evaluación inicial

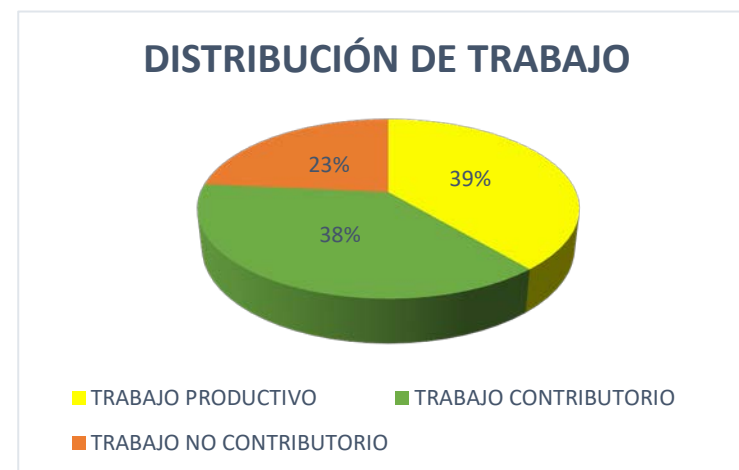


Figura 13 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad de concreto – evaluación inicial



## **Evaluación de Resultados : Concreto**

- ✓ Se observa en la *Tabla 13*, que el trabajo productivo de los operarios C y E; es muy bajo, y su trabajo contributorio muy alto.
- ✓ El mayor porcentaje del tiempo contributorio realizado por los obreros se ejecuta al vibrar el concreto.

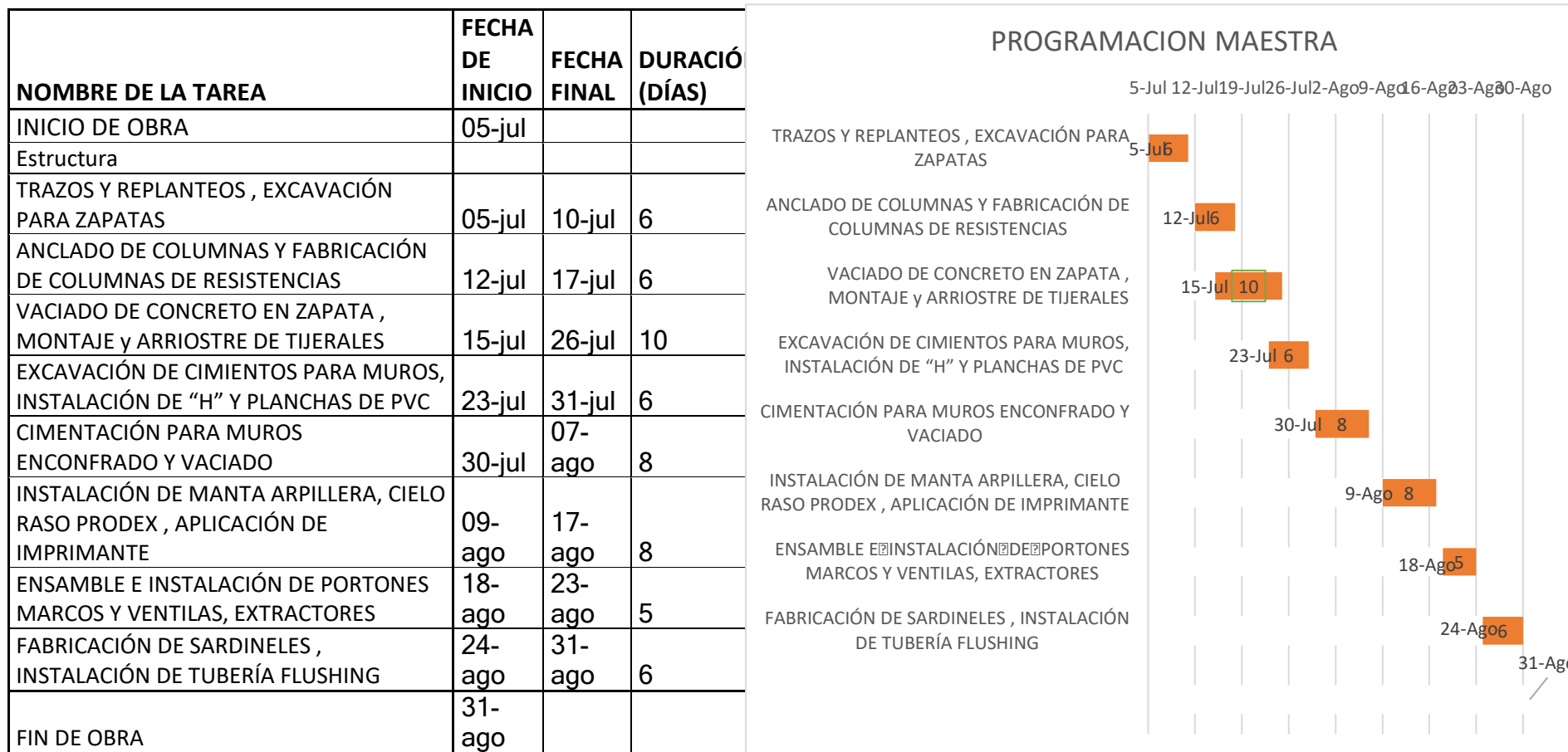
## **Propuesta de Mejora**

- ✓ Se dispone las salidas a los servicios higiénicos de los obreros, en grupos mínimo de 2 en 2, teniendo cada obrero dos oportunidades de ir, una antes de la hora de su almuerzo y a su retorno .
- ✓ Se implementa a la obra una vibradora, para que los obreros solo se dediquen a distribuir y vibrar el concreto de forma eficiente.



**Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador**

Tabla 16. Programación Maestra de “Construcción de la granja san demetrio”



Fuente : elaboración propia

Tabla 17. Programación Semanal

	NOMBRE DE LA TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACIÓN
SEMANA 1 ( 05-07-21 al 10-07-21)	INICIO DE OBRA	05-jul		
	Traslado de materiales , equipos y herramientas	05-jul	05-jul	1
	Replanteo de medidas y el trazo de todo el galpón	06-jul	06-jul	1
	Colocan estacas de alineamiento	07-jul	07-jul	1
	Excavación para zapatas	08-jul	08-jul	1
	Excavación para zapatas	09-jul	09-jul	1
	Excavación para zapatas	10-jul	10-jul	1
	Traslado de las columnas pre-fabricadas y Fabricación de Columnas de Resistencias y Nivelación de la superficie de Excavación	12-jul	12-jul	1
SEMANA 2 ( 12-07-21 al 17-07-21)	Transporte y Colocación de piedras alrededor de cada zapata, Vaciado de concreto en zapatas	13-jul	13-jul	1
	Transporte y Colocación de piedras alrededor de cada zapata , Vaciado de concreto en zapatas	14-jul	14-jul	1
	Encofrado de columnas	15-jul	16-jul	1
	Vaciado de concreto en columnas	16-jul	16-jul	1
	Desencofrado	17-jul	17-jul	1
	Vaciado del concreto	19-jul	19-jul	1
SEMANA 3 (19-07-21 al 24-07-21)	Colocación de piedras y remate de las zapatas con su badilejo	20-jul	20-jul	1
	Colocación de piedras y remate de las zapatas con su badilejo	21-jul	21-jul	1
	Transporte del tijeral	22-jul	22-jul	1
	Colocación de Mandanas de madera y excavaciones se realizan entre zapata y zapata de las columnas	23-jul	23-jul	1
	Agregar mandanas en forma de V, Así como también mandanas en forma diagonales	24-jul	24-jul	1
	Arriostre de tijerales	26-jul	26-jul	1
SEMANA 4 ( 26-07-21 al 31-07-21)	Excavaciones se realizan entre zapata y zapata de las columnas	27-jul	27-jul	1
	Vaciado de concreto hacia la excavación para cimentación y colocación de "Hs" en las columnas del galpón,	30-jul	30-jul	1
	Instalación de planchas de PVC	31-jul	31-jul	1

ACCIÓN (DÍAS)	semana 1							semana 2							semana 3							semana 4							Estado:
	jul 5	ma 6	mi 7	ju 8	vi 9	sá 10	do 11	jul 12	ma 13	mi 14	ju 15	vi 16	sá 17	do 18	jul 19	ma 20	mi 21	ju 22	vi 23	sá 24	do 25	jul 26	ma 27	mi 28	ju 29	vi 30	sá 31	ago 1	
Asignado a:																													
Ing. William Justiniano Castro.																											completado		
																											completado		
																											completado		
																											completado		
																											completado		
Ing. William Justiniano Castro.																											completado		
																											completado		
																											completado		
																											completado		
																											completado		
Luis Chanduví Yengle.																											completado		
																											completado		
																											completado		
																											completado		
																											completado		
Luis Chanduví Yengle.																											completado		
																											completado		
																											completado		

Fuente : elaboración propia

Tabla 18. Programación Diaria

REGISTRO DE TRABAJO DIARIO
----------------------------

EMPRESA :	HABACUC S.A.C			FECHA:	12-jul	DIA:	7	SEMANA:	2
Proyecto:	Construcción de la granja San Demetrio								
PARTIDA	ANCLADO DE COLUMNAS Y FABRICACIÓN DE COLUMNAS DE RESISTENCIAS	TEMPERATURA		HH PROGRAMADO : 8					
TRABAJADORES		HORA		HH REAL: 8					
SECTOR				No. Contrato:					
				No. Proyecto:					
ACT	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	FAS E	HORARIOS					FIRMAS	
			PROGRAMADO						
1	Se realiza el traslado las columnas pre-fabricadas		ACT 1	INICIO 8:00:00	TERMINO 10:55:00	Luis Chanduví Yengle			
2	Nivelación de la superficie de excavación para zapatas mediante una cama de arena		2	11:00:00	13:00:00	RESIDENTE DE OBRA			
3	Las columnas pre-fabricadas se insertan dentro de la excavación		3	14:00:00	14:55:00	Ing. William Justiniano Castro.			
			4	15:00:00	17:00:00				
			REAL						
4	Fabricación de Columnas de Resistencias		ACT 1	INICIO 8:00:00	TERMINO 10:55:00	ING DE PRODUCCIÓN			
			2	11:00:00	13:00:00	Miguel Poemape Benites			
			3	14:00:00	14:55:00	MAESTRO DE OBRA			
			4	15:00:00	17:00:00				
COD	CAT	APELLIDOS Y NOMBRES	ACT 1 (HH)	ACT 2	ACT 3	ACT 4	TOTAL		

1	maestro	CHIRINOS CORONADO MARIO	3	2	2	1	8
2	operario	PAIRAZAMAN PEREZ ORLANDO	4	1	2	1	8
3	operario	CRUZ YOVERA ALBERTO	3	2	2	1	8
4	operario	CUEVA FELIPE ELIAS	2	1	3	2	8
5	operario	GUZMAN VALDIVIA ENRIQUE	4	1	2	1	8
6	operario	GUZMAN VARGAS RAFAEL	2	1	3	2	8
7	ayudante	MELENDEZ ZAMBRANO ENRIQUE	2	2	3	1	8
8	ayudante	MORENO AGUIRRE MANUEL	3	1	2	2	8
TOTAL, HORAS HOMBRE (HH)							64
		RESUMEN DE METRADO POR PRODUCCIÓN DIARIA					
OBSERVACIONES		DESCRIPCIÓN	UNIDA D	PROGR	REAL		
		ANCLADO DE COLUMNAS Y FABRICACIÓN DE COLUMNAS DE RESISTENCIAS	m3	18,33	21		
		8 trabajadores					
		Rendimiento de producción	hh/m3	3,49154391 7	3,047619048		

Fuente : elaboración propia

Tabla 19. Programación Diaria Encofrado de columnas

REGISTRO DE TRABAJO DIARIO
----------------------------

EMPRESA :	HABACUC S.A.C			FECHA:	15-jul	DIA:	10	SEMANA:	2
Proyecto:	Construcción de la granja San Demetrio								
PARTIDA	Encofrado de columnas	TEMPERATURA		HH PROGRAMADO :		8			
TRABAJADORES		HORA		HH REAL:		8			
SECTOR				No. Contrato:					
				No. Proyecto:					
ACT	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	FASE	HORARIOS				FIRMAS		
			PROGRAMADO						
1	Cortan bloques de madera según las especificaciones requeridas		ACT	INICIO	TERMINO	Luis Chanduví Yengle			
2	Se hace uso de paradores para evitar el desplome del encofrado		1	8:00:00	10:55:00	RESIDENTE DE OBRA			
			2	11:00:00	17:00:00	Ing. William Justiniano Castro.			
			REAL						
			ACT	INICIO	TERMINO	ING DE PRODUCCIÓN			
LISTA DE TRABAJADORES			1	8:00:00	10:55:00	Miguel Poemape Benites			
			2	11:00:00	17:00:00	MAESTRO DE OBRA			
COD	CAT	APELLIDOS Y NOMBRES	ACT 1 (HH)	ACT 2	ACT 3	ACT 4	TOTAL		
1	maestro	GARCIA PEREZ JUAN	3	5			8		
2	operario	RUIZ BANCES LUIS	4	4			8		

3	operario	ANGULO ECHEVARRIA IVAN	4	4			8
4	operario	VASQUEZ GUEVARA ALBERTO	4	4			8
5	operario	TEJADA GONZALES PABLO	2	6			8
6	operario	URCIA ALVARADO MANUEL	3	5			8
7	ayudante	CRUZ YOVERA ALBERTO	3	5			8
8	ayudante	CUEVA FELIPE ELIAS	3	5			8
TOTAL, HORAS HOMBRE (HH)							64
OBSERVACIONES		RESUMEN DE METRADO POR PRODUCCIÓN DIARIA					
		DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PROGR	REAL		
		Encofrado de columnas	m2	34,2	38,4		
		8 trabajadores					
		Rendimiento de producción	hh/m2	1,87134503	1,666666667		

Fuente : elaboración propia

Tabla 20. Programación Diaria Vaciado de concreto en columnas

<b>REGISTRO DE TRABAJO DIARIO</b>
-----------------------------------

EMPRESA :	HABACUC S.A.C			FECHA:	16-jul	DIA:	11	SEMANA:	2
Proyecto:	Construcción de la granja San Demetrio								
PARTIDA	Vaciado de concreto en columnas	TEMPERATURA		HH PROGRAMADO :		8			
TRABAJADORES		HORA		HH REAL:		8			
SECTOR				No. Contrato:					
				No. Proyecto:					
ACT	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	FASE	HORARIOS				FIRMAS		
			PROGRAMADO						
1	Trabajadores realizan el vaciado manual de concreto		ACT	INICIO	TERMINO	Luis Chanduví Yengle			
2	Trabajadores usan la vibradora de concreto		1	8:00:00	10:55:00	RESIDENTE DE OBRA			
			2	11:00:00	17:00:00	Ing. William Justiniano Castro.			
			REAL						
			ACT	INICIO	TERMINO	ING DE PRODUCCIÓN			
			1	8:00:00	10:55:00	Miguel Poemape Benites			
			2	11:00:00	17:00:00	MAESTRO DE OBRA			
LISTA DE TRABAJADORES			ACT 1 (HH)	ACT 2	ACT 3	ACT 4	TOTAL		
COD	CAT	APELLIDOS Y NOMBRES							
1	maestro	GARCIA PEREZ JUAN	3	5			8		
2	operario	RUIZ BANCES LUIS	4	4			8		



3	operario	ANGULO ECHEVARRIA IVAN	4	4			8
4	operario	VASQUEZ GUEVARA ALBERTO	4	4			8
5	ayudante	TEJADA GONZALES PABLO	2	6			8
TOTAL, HORAS HOMBRE (HH)							40
OBSERVACIONES		RESUMEN DE METRADO POR PRODUCCIÓN DIARIA					
		DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PROGR	REAL		
		Vaciado de concreto en columnas	m3	18,33	21		
		5 trabajadores					
		Rendimiento de producción	hh/m3	2,18221495	1,9047619		

Fuente : elaboración propia

Tabla 21. Carta balance de la actividad anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias - evaluación final

TIEMPO PROMEDIO	OPERAR IO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERAR IO	OPERAR IO	OPERARIO
(min)	A	B	C	D	E	F	G	H
8:00:00	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO
8:15:00	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
8:30:00	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
8:45:00	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
9:00:00	E	E	E	E	E	E	E	NS
9:15:00	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
9:30:00	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
9:45:00	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
10:00:00	S	S	S	S	DC	DC	DC	DC
10:15:00	FC	FC	FC	FC	S	S	S	DC
10:30:00	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	S

OBRA	“Construcción de la granja San Demetrio”
ACTIVIDAD	Vaciado de concreto en zapatas
FECHA	

TRABAJO PRODUCTIVO	
NS	Nivelación de superficie
DC	Distribuir el concreto
FC	Fabricación de Columnas de Resistencias

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
CP	Colocación de piedras
LC	levantar verticalmente las columnas
CV	Colocar verticalmente las canastillas

10:45:00	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
11:00:00	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
11:15:00	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC
11:30:00	FC	LC	CP	DC	DC	CP	CP	CP
11:45:00	LC	LC	CP	CP	LC	LC	LC	LC
12:00:00	LC	LC	LC	LC	LC	CP	CP	CP
ALMUERZO								
13:00:00	DC	DC	DC	DC	CV	CV	CV	CV
13:15:00	FC	FC	FC	FC	FC	LC	LC	LC
13:30:00	FC	FC	FC	FC	CV	DC	DC	LC
13:45:00	DC	DC	DC	DC	DC	CP	CP	DC
14:00:00	DC	DC	DC	DC	CV	DC	DC	DC
14:15:00	S	S	S	S	DC	CP	CP	CP
14:30:00	DC	DC	DC	DC	S	S	S	CP
14:45:00	DC	DC	DC	DC	CV	CV	CV	S
15:00:00	DC	DC	DC	DC	DC	CV	CV	DC
15:15:00	FC	FC	FC	FC	CV	DC	DC	CV
15:30:00	FC	FC	FC	FC	DC	CP	CP	CV

IO	Instrucciones de obra ( recibir / dar)
LV	Limpieza en zona de vaciado
LH	Limpieza de herramientas

	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso ( refrigerio)
V	viajes improductivos

	DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO
TRABAJO PRODUCTIVO	57,0%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	34,6%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	8,5%

15:45:00	FC	FC	FC	FC	CP	FC	FC	CV
16:00:00	DC	DC	DC	DC	DC	CP	CP	CP
16:15:00	DC	DC	DC	DC	DC	DC	LV	LV
16:30:00	LV	LV	LV	LV	LV	LV	LV	LV
16:45:00	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH
17:00:00	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH	LH

Fuente : elaboración propia

Tabla 22. Nivel General de la actividad anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias - evaluación final .

TIPO	ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO H	CANTIDAD	% TOTAL	% TRABAJO POR ACTIVIDAD	% TOTAL
TP	NS	3	3	3	3	3	3	3	4	25	9,2%	16,1%	57,0 %
	DC	13	13	13	13	13	10	10	10	95	34,9%	61,3%	
	FC	8	7	7	7	2	2	2	0	35	12,9%	22,6%	
	Subtotal (%)	70,6%	67,6%	67,6%	69,7%	52,9%	44,1%	42,9%	41,2%				
TC	CP	1	1	3	2	2	7	7	6	29	10,7%	30,9%	34,6 %
	LC	2	3	1	1	2	2	2	3	16	5,9%	17,0%	
	CV	0	0	0	0	5	3	3	4	15	5,5%	16,0%	
	IO	1	1	1	1	1	1	1	1	8	2,9%	8,5%	
	LV	1	1	1	1	1	1	2	2	10	3,7%	10,6%	
	LH	2	2	2	2	2	2	2	2	16	5,9%	17,0%	

	Subtotal (%)	20,6%	23,5%	23,5%	21,2%	38,2%	47,1%	48,6%	52,9%				
TNC	S	2	2	2	2	2	2	2	2	16	5,9%	69,6%	8,5%
	E	1	1	1	1	1	1	1	0	7	2,6%	30,4%	
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	
	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	
	Subtotal (%)	8,8%	8,8%	8,8%	9,1%	8,8%	8,8%	8,6%	5,9%				
	TOTAL	34	34	34	33	34	34	35	34	272	100,0%		100,0%

Fuente : elaboración propia

Tabla 23. Resumen de la actividad de anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias - evaluación final .

TIPO	ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO H
TP	Subtotal (%)	70,6%	67,6%	67,6%	69,7%	52,9%	44,1%	42,9%	41,2%
TC	Subtotal (%)	20,6%	23,5%	23,5%	21,2%	38,2%	47,1%	48,6%	52,9%
TNC	Subtotal (%)	8,8%	8,8%	8,8%	9,1%	8,8%	8,8%	8,6%	5,9%

Fuente : elaboración propia

### ÍNDICE GENERAL DE LA ACTIVIDAD DE ANCLADO DE COLUMNAS Y FABRICACIÓN DE COLUMNAS DE RESISTENCIAS - EVALUACIÓN FINAL

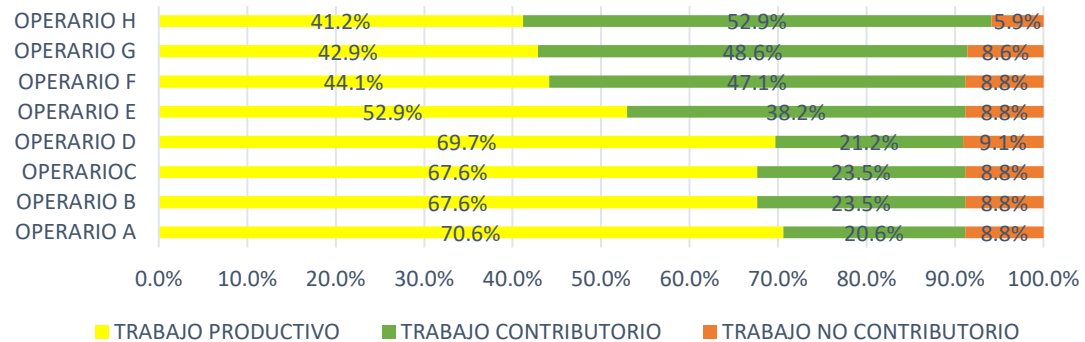


Figura 14 : Gráfica del Nivel General de Actividad - anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias –evaluación final .

### DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO

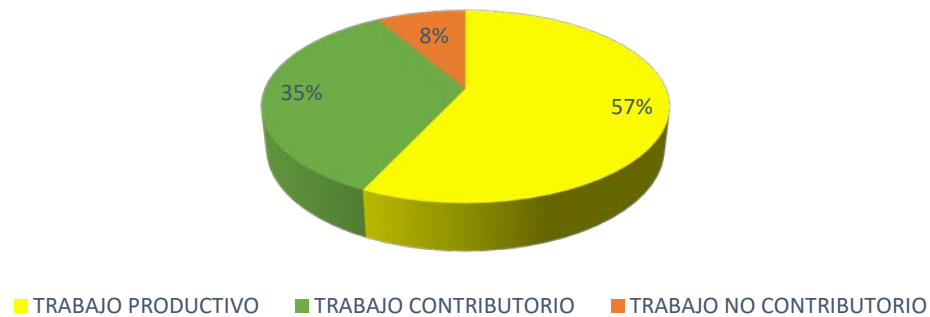


Figura 15 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad anclado de columnas y fabricación de columnas de resistencias –evaluación final .

Tabla 24. Carta balance de la actividad de encofrado- evaluación final .

TIEMPO PROMEDIO (min)	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO H
8:00:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
8:15:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
8:30:00	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
8:45:00	CSM	CSM	CSM	CSM	AV	AV	AV	AV
9:00:00	CSM	CSM	CSM	CSM	CFM	CFM	CFM	CFM
9:15:00	CSM	CSM	CSM	CSM	CFM	CFM	CFM	CFM
9:30:00	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM
9:45:00	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM
10:00:00	S	S	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM	CSM
10:15:00	CSM	CSM	S	S	AH	AH	AH	AH
10:30:00	CSM	CSM	CSV	CSV	S	S	AH	AH
10:45:00	CSM	CSM	CSV	CSV	AH	AH	S	S
11:00:00	CSM	CSM	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH

OBRA	
ACTIVIDAD	
FECHA	

TRABAJO PRODUCTIVO	
CSM	Colocación de soportes para muros
CFM	colocación de fondos para muros
CCM	colocación de costados de muros
VCM	Vaciado de concreto para muros
EBM	Extracción de bloques de madera

TRABAJO CONTRIBUTIVO	
AH	Acarreo horizontal
AV	Acarreo vertical
CV	Colocación de clavos
CC	Colocación de cinta

11:15:00	CSM	AH	AH	CSV	CFM	CFM	CFM	CFM
11:30:00	CSM	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
11:45:00	CSM	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
12:00:00	CFM	CFM	CFM	CFM	CCM	CCM	CCM	CCM
ALMUERZO								
13:00:00	CFM	CFM	AH	AH	AH	AH	AH	AH
13:15:00	CFM	CFM	IO	IO	IO	IO	IO	IO
13:30:00	CFM	CFM	IO	IO	IO	IO	IO	IO
13:45:00	CFM	CFM	CCM	CCM	CCM	CCM	CCM	CCM
14:00:00	CFM	CFM	CCM	CCM	CCM	CCM	CCM	CCM
14:15:00	S	S	AV	AV	AV	AV	AV	AV
14:30:00	VC	DC	S	S	AV	AV	AV	AV
14:45:00	DC	VC	CV	CV	AH	AH	VCM	VCM
15:00:00	DC	VC	DC	CV	S	S	VCM	VCM
15:15:00	VCM	VCM	VCM	CV	CV	CV	S	S
15:30:00	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	AH	AH
15:45:00	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	CV	CC
16:00:00	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM
16:15:00	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	AH	AH
16:30:00	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	VCM	AH	AH
16:45:00	EC	EC	EC	EBM	EBM	EBM	EBM	EBM
17:00:00	EC	EC	EC	LE	LE	LE	LE	LE

IO	Instrucciones de obra ( recibir / dar)
LE	Limpieza de encofrado

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso ( refrigerio)
V	viajes improductivos

DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO	
TRABAJO PRODUCTIVO	52,0%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	41,7%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	6,3%



Fuente : elaboración propia

Tabla 25. Nivel General de la actividad de encofrado- evaluación final .

TIPO	ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	OPERARIO F	OPERARIO G	OPERARIO H	CANTIDAD	% TOTAL	% TRABAJO POR ACTIVIDAD	% TOTAL
TP	CSM	12	9	6	6	3	3	3	3	45	17,9%	34,4%	52,0 %
	CFM	6	6	1	1	3	3	3	3	26	10,3%	19,8%	
	CCM	0	0	2	2	3	3	3	3	16	6,3%	12,2%	
	VCM	6	6	6	5	5	5	3	3	39	15,5%	29,8%	
	EBM	0	0	0	1	1	1	1	1	5	2,0%	3,8%	
	Subtotal (%)		82,8%	72,4%	53,6%	50,0%	44,1%	44,1%	38,2%	38,2%			
TC	AH	2	5	6	5	9	9	11	11	58	23,0%	55,2%	41,7 %
	AV	1	1	2	2	4	4	4	4	22	8,7%	21,0%	
	CV	0	0	1	3	1	1	1	0	7	2,8%	6,7%	
	CC	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,4%	1,0%	
	IO	0	0	2	2	2	2	2	2	12	4,8%	11,4%	
	LE	0	0	0	1	1	1	1	1	5	2,0%	4,8%	
	Subtotal (%)		10,3%	20,7%	39,3%	43,3%	50,0%	50,0%	55,9%	55,9%			
TNC	S	2	2	2	2	2	2	2	2	16	6,3%	100,0%	6,3%
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%	

N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
Subtota I (%)	6,9%	6,9%	7,1%	6,7%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%				
TOTAL	29	29	28	30	34	34	34	34	252	100,0%		

Fuente : elaboración propia

*Tabla 26. Resumen de la actividad de encofrado- evaluación final .*

TIPO	ACTIVIDAD	OPERAR IO A	OPERAR IO B	OPERAR IO C	OPERAR IO D	OPERA RIO E	OPERA RIO F	OPERAR IO G	OPERA RIO E
TP	Subtota I (%)	82,8%	72,4%	53,6%	50,0%	44,1%	44,1%	38,2%	38,2%
TC	Subtota I (%)	10,3%	20,7%	39,3%	43,3%	50,0%	50,0%	55,9%	55,9%
TNC	Subtota I (%)	6,9%	6,9%	7,1%	6,7%	5,9%	5,9%	5,9%	5,9%

Fuente : elaboración propia

### ÍNDICE GENERAL DE LA ACTIVIDAD DE ENCOFRADO - EVALUACIÓN FINAL

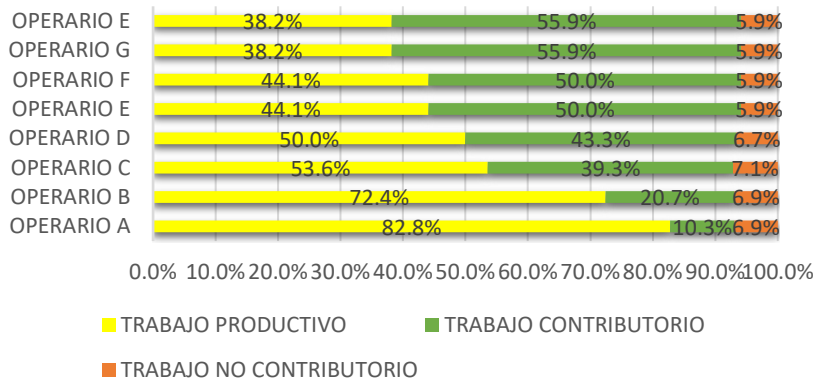


Figura 16 : Gráfica del Nivel General de la Actividad de encofrado – Actividad evaluación final

### DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO

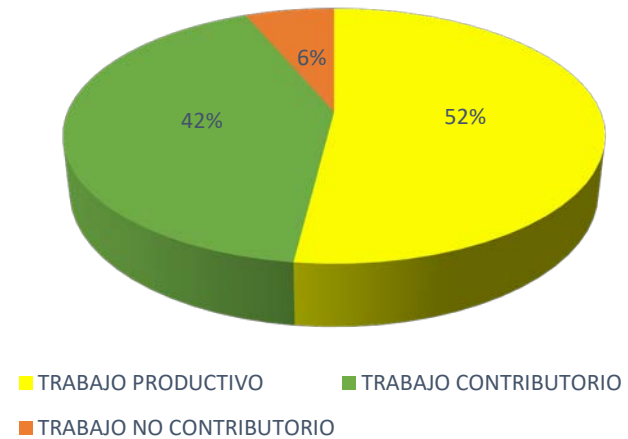


Figura 17 : Gráfica de la distribución de trabajo en la de encofrado - evaluación final .

Tabla 27. Carta balance de la actividad de concreto- evaluación final .

TIEMPO PROMEDIO (min)	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E
8:00:00	IO	IO	IO	IO	IO
8:15:00	E	E	VC	VC	VC
8:30:00	E	E	VC	VC	VC
8:45:00	VC	E	CP	CP	CP
9:00:00	VC	E	DC	E	LV

OBRA	“Construcción de la granja San Demetrio”
ACTIVIDAD	Vaciado de concreto en zapatas
FECHA	

TRABAJO PRODUCTIVO	
VC	Vaciado de concreto
DC	Distribuir el concreto

9:15:00	DC	VC	VB	DC	DC
9:30:00	DC	VC	DC	VB	CP
9:45:00	VC	DC	DC	DC	CP
10:00:00	VC	DC	DC	DC	DC
10:15:00	S	VC	S	VB	S
10:30:00	VC	VC	VB	DC	VB
10:45:00	DC	S	DC	S	DC
11:00:00	DC	VC	S	DC	CP
11:15:00	VC	DC	VB	S	VB
11:30:00	VC	DC	DC	VB	S
11:45:00	DC	VC	VB	DC	RB
12:00:00	DC	VC	DC	VB	VB
ALMUERZO					
13:00:00	VC	DC	VB	DC	DC
13:15:00	VC	DC	DC	VB	RB
13:30:00	DC	VC	VB	DC	VB
13:45:00	DC	VC	DC	VB	DC
14:00:00	VC	DC	VB	DC	V
14:15:00	S	S	DC	VB	RB
14:30:00	VC	DC	S	DC	S
14:45:00	DC	VC	VB	S	VB
15:00:00	DC	VC	DC	VB	DC
15:15:00	VC	DC	VB	DC	RB
15:30:00	VC	DC	DC	VB	V

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
RB	Remate con badilejo
CP	Colocación de piedras
VB	Vibrar concreto
IO	Instrucciones de obra ( recibir / dar)
LV	Limpieza en zona de vaciado
EC	Limpieza de herramientas

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso ( refrigerio)
V	viajes improductivos

DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO	
TRABAJO PRODUCTIVO	54,1%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	32,9%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	12,9%

15:45:00	DC	VC	VB	DC	VB
16:00:00	DC	VC	DC	VB	DC
16:15:00	VC	DC	VB	DC	RB
16:30:00	VC	DC	DC	VB	VB
16:45:00	EC	EC	EC	EC	EC
17:00:00	EC	EC	EC	EC	EC

Fuente : elaboración propia

Tabla 28. Nivel General de la actividad de concreto - evaluación final .

TIPO	ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E	CANTIDAD	% TOTAL	% TRABAJO POR ACTIVIDAD	% TOTAL
TP	VC	15	13	2	2	2	34	20,0%	37,0%	54,1%
	DC	12	12	14	13	7	58	34,1%	63,0%	
	Subtotal (%)	79,4%	73,5%	47,1%	44,1%	26,5%	270,6%	1,6%		
TC	RB	0	0	0	0	5	5	2,9%	8,9%	32,9%
	CP	0	0	1	1	4	6	3,5%	10,7%	
	VB	0	0	11	11	7	29	17,1%	51,8%	
	IO	1	1	1	1	1	5	2,9%	8,9%	
	LV	0	0	0	0	1	1	0,6%	1,8%	
	EC	2	2	2	2	2	10	5,9%	17,9%	
Subtotal (%)	8,8%	8,8%	44,1%	44,1%	58,8%	164,7%	1,0%			
TNC	S	2	2	3	3	3	13	7,6%	59,1%	12,9%

E	2	4	0	1	0	7	4,1%	31,8%
N	0	0	0	0	0	0	0,0%	0,0%
V	0	0	0	0	2	2	1,2%	9,1%
Subtotal (%)	11,8%	17,6%	8,8%	11,8%	14,7%	64,7%	0,4%	
TOTAL	34	34	34	34	34	170	100,0%	100,0%

Fuente : elaboración propia

Tabla 29. Tabla resumen de la actividad de concreto - evaluación final .

ACTIVIDAD	OPERARIO A	OPERARIO B	OPERARIO C	OPERARIO D	OPERARIO E
Subtotal (%)	79,4%	73,5%	47,1%	44,1%	26,5%
TC Subtotal (%)	8,8%	8,8%	44,1%	44,1%	58,8%
TNC Subtotal (%)	11,8%	17,6%	8,8%	11,8%	14,7%

Fuente : elaboración propia

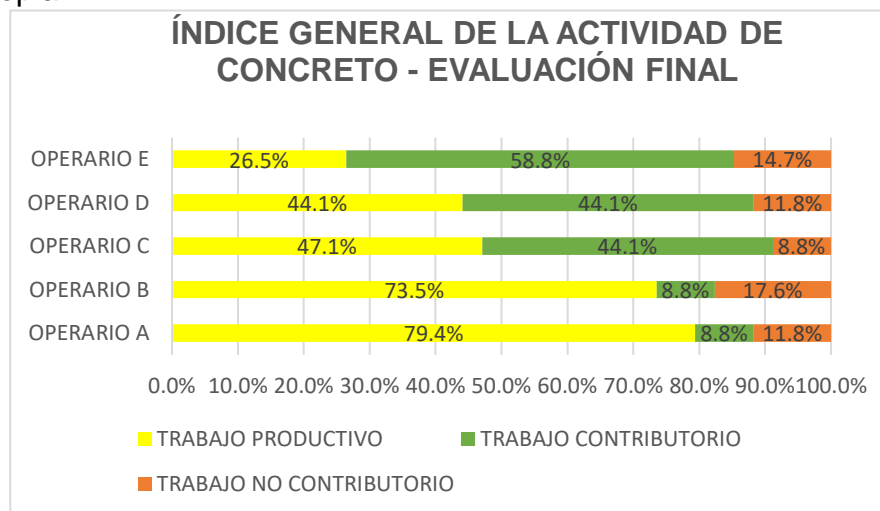


Figura 18 : Gráfica del Nivel General de la Actividad de concreto – evaluación final .

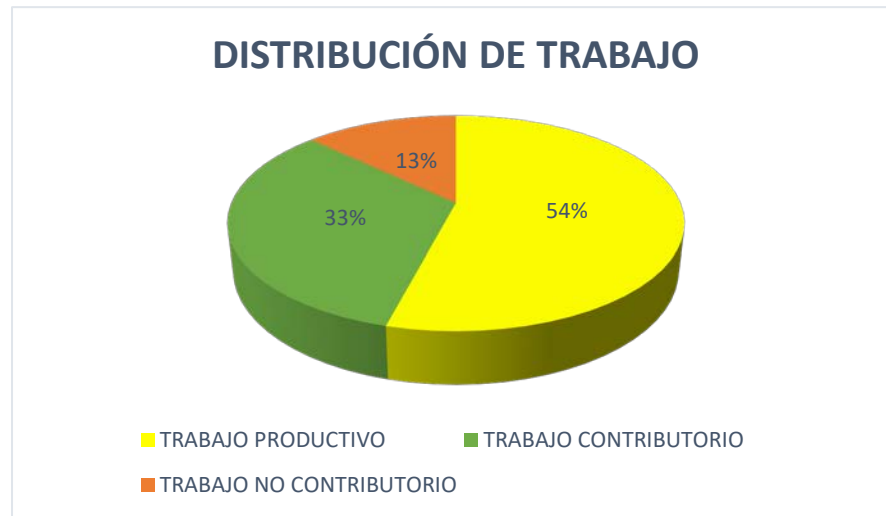


Figura 19 : Gráfica de la distribución de trabajo en la Actividad de concreto – evaluación final .

## Determinar la productividad final en los proyectos después de aplicar Lean Construction.

Los índices de productividad de mano de obra y rendimiento de la empresa se muestran a continuación.

Tabla 30 : Productividad de mano de obra después de la aplicación de Lean Construction.

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	TOTAL, HORAS
FECHA	05/07/21	12/07/21	19/07/21	26/07/21	02/08/21	09/08/21	16/08/21	23/08/21	
TP	24,0	25,4	24,7	16,6	24,8	24,2	25,4	28,9	194,0
TC	14,5	16,2	14,5	10,0	16,0	14,2	16,2	17,4	119,0
TNC	9,5	6,4	8,8	5,4	7,2	9,6	6,4	9,8	63,0
TOTAL, HORAS	48,0	48,0	48,0	32,0	48,0	48,0	48,0	56,0	376,0
% PRODUCTIVIDAD SEMANAL	50,1	52,9	51,5	51,9	51,7	50,5	52,9	51,5	

Fuente : elaboración propia

En esta tabla se resume el control de horas y tiempo que se tomó durante 8 semanas, realizando la sumatoria de horas invertidas en actividades ejecutadas, se observa que fue un total 376 horas de trabajo, 194 horas corresponden a las actividades productivas, 119 referente a las contributivas y 63 no Contributivas, las cuales no generan valor a la compañía y al cliente.

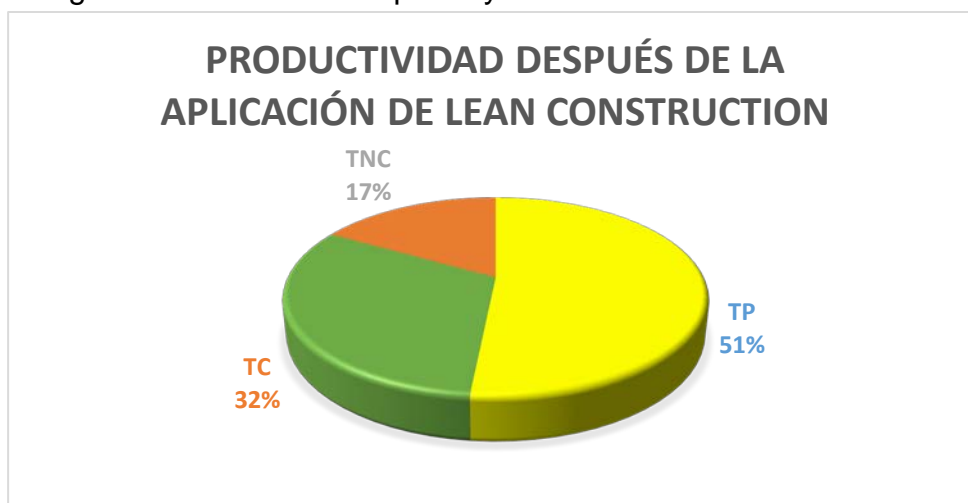


Figura 20 : Gráfica de la productividad final .



Esta gráfica refleja la productividad obtenida durante estas 8 semanas de análisis, verificando como resultado que del 100% invertido, se observa un trabajo productivo del 51 %, un trabajo contributivo de 32% y el 17% fue no contributivo en el proyecto, lo cual fue indica la reducción de pérdidas económicas y de tiempo a la compañía.

Tabla 31 : *Rendimiento de la partida de encofrado* después de la aplicación de Lean Construction.

ENCOFRADO									
Y	SEMANT	SEMANT	SEMANT	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	TOTAL,
DO	A 1	A 2	A 3	NA 4	NA 5	NA 6	NA 7	NA 8	M2 - HH
FECHA	05/07/2021	12/07/2021	19/07/2021	26/07/2021	02/08/2021	09/08/2021	16/08/2021	23/08/2021	
M2	188,4	225,4	112	116,4	106,4			78	826,6
HH	168	256	120	104	104			40	792,0
RENDIMIENTO	1,1	0,9	0,9	1,1	1,0			1,95	1,04
RENDIMIENTO DE OBRA - encofrado y desencofrado				1,04 m2/hh					

Fuente : elaboración propia

En esta tabla se resume la producción en m2 y el tiempo que se invirtió durante 8 semanas antes de la aplicación de Lean Construction, se observa que se trabajó en la partida de encofrado y desencofrado 826,6 m2 en un total de 792 HH , obteniendo un rendimiento de 1,04 m2/hh .

Tabla 32 : *Rendimiento de la partida de concreto* después de la aplicación de Lean Construction.

CONCRETO	SEMANT	SEMANT	SEMANT	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	TOTAL,
	A 1	A 2	A 3	NA 4	NA 5	NA 6	NA 7	NA 8	M2 - HH
FECHA	05/07/2021	12/07/2021	19/07/2021	26/07/2021	02/08/2021	09/08/2021	16/08/2021	23/08/2021	
M3		32	42	38	70,4			80,4	262,8
HH		40	40	32	80			88	280
RENDIMIENTO		0,8	1,1	1,2	0,9			0,9	0,94

---

RENDIMIENTO DE OBRA -  
concreto                      0,94 m3/hh

---

Fuente : elaboración propia

En esta tabla se resume la producción en m3 y el tiempo que se invirtió durante 8 semanas antes de la aplicación de Lean Construction, se observa que se trabajó en la partida de concreto 262,8 m3 en 280 HH, obteniendo un rendimiento de 0,94 m3/hh .

### Comparación de resultados

*Tabla 33. Comparación del indicador de productividad*

FACTOR	INDICADOR		UNIDADES
	Antes	Después	
Productividad de mano de obra	36	51	%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se verifica que la productividad se incrementó en 15 % respecto al periodo anterior.

*Tabla 34. Comparación del rendimiento*

FACTOR	INDICADOR		UNIDADES
	Antes	Después	
Rendimiento – Encofrado y desencofrado	0,85	1,04	$\frac{A (m2)}{T * (MO)}$
Rendimiento – concreto	0,83	0,94	$\frac{A (m3)}{T * (MO)}$

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se verifica que el rendimiento del Encofrado y desencofrado se incrementó en 22 % y el rendimiento del concreto en 13 % respecto al período anterior.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la prueba de la hipótesis se aplicó la prueba t student después de haber realizado la de normalidad Shapiro-Wilk por tratarse de una cantidad de datos menores de 30.

Las hipótesis fueron las siguientes.

H0: La productividad de la empresa HABACUC S.A.C sigue una distribución normal

H1: La productividad de la empresa HABACUC S.A.C no sigue una distribución normal.

Los datos obtenidos en la prueba de normalidad se muestran a continuación.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,220	8	,200*	,852	8	,101

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Figura 21 : Prueba de normalidad

Fuente: SPSS

Observamos que la significancia en la prueba de normalidad, supera a 0.05, por lo que la hipótesis nula es aceptada, lo que significa que los resultados de la productividad tienen una distribución normal, lo que permite realizar la prueba t student con las hipótesis:

H0: La aplicación de Lean Construction no tendrá un efecto positivo en la productividad en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc.

H1: La aplicación de Lean Construction tendrá un efecto positivo en la productividad en proyectos de construcción de la Empresa Habacuc.

El resultado es:

Prueba de muestras relacionadas							
Diferencias relacionadas							
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	Sig. gl (bilateral)
				Inferior	Superior		
PRETEST - POSTEST	-15,17500	1,33176	,47085	-16,28838	-14,06162	-32,229	7 ,000

Figura 22 : prueba t student

Fuente: SPSS

El nivel de significancia fue 0.000, que es menor de 0.05, lo que significa que la hipótesis nula es rechazada. Por tal motivo podemos afirmar que La aplicación de Lean Construction tendrá un efecto positivo en la productividad en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc .

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo con el primer objetivo específico de nuestra investigación, se determinó los principales problemas que influyen en la productividad como el sistema de gestión deficiente, desperdicios o pérdidas en los materiales, falta de supervisión del trabajo, cronogramas retrasados y sobre costo, entre otros, para la detección de estos problemas se utilizó el diagrama de Ishikawa y se procedió a categorizar las causas empleando la herramienta Pareto. El indicador inicial del trabajo productivo fue 36 %, un trabajo contributivo en 34% y el 30% fue no contributivo.

Las herramientas Ishikawa y Pareto son empleadas para jerarquizar e identificar las causas que afectan la productividad, y se consigue un enfoque holístico de la problemática con todas sus relaciones y grado de detalle (Zapata y Villegas, 2016).

En lo referente al segundo objetivo específico, se utilizó el Sistema Last Planner mediante la Programación maestra, Programación semanal, Programación diaria y Lean Project Delivery System (LPDS), mediante el Nivel general de actividad, Carta balance . Observando los porcentajes de tiempos productivos, contributivos y no contributivos durante el periodo del proyecto, elaborando los programas correspondientes y determinado los porcentajes de tiempos.

Entorno a las investigaciones que coinciden con el estudio realizado encontramos a Pérez, Del Toro & López (2019), quienes aplicaron (LPDS) en el proceso constructivo, tomando medidas de producción de las actividades con Cartas Balance, que les permitió exponer el grado de producción del personal obrero, obteniendo como respuesta una importante optimización, logrando un ahorro en tiempo de un 26.56%. El TP de la obra se situó en un 43%, el TC 25% y el TNC un 32%.

Del mismo modo, Álvarez (2019), quien incrementó la productividad aplicando la metodología de Lean Construction. Aplicando Sistema Last Planner en la obra. Obteniendo una productividad del 54,3%, tiempo contributivo del 24,5% y No contributivo del 21,2 % .

Otra semejanza es con Sánchez (2015), quien logro la mejora de productividad en la ejecución de obras de edificación de viviendas. mediante el Sistema Last Planner

utilizando el cronograma y la programación maestra, semanal y diaria. amplificando la labor productiva a 44%, logrando una mejora y optimización en la obra.

Caso similar es el de Arévalo (2018), quien aplicó Lean Construction incorporando métodos de mejora del sistema productivo. Se elaboraron y aplicaron medidas de producción en el cual se realizó una clasificación en TP (43%), TC (36%), TNC (21%) a través de la aplicación de LPDS como cartas balance y nivel general de actividad.

Por eso podemos afirmar que Last Planner mejora sustancialmente el nivel de cumplimiento de actividades y el óptimo empleo de recursos en las obras de construcción, a través de la disminución del grado de incertidumbre asociada a la planificación, determinando los plazos y recursos y mejorando la productividad de la obra (Enterprise, 2016).

El autor Aureliano (2019), avala la investigación, afirmando que Lean plantea a través de las herramientas LPDS generar un entorno de mejora de la producción , realizando mediciones en las que se detalla el tipo de trabajo indicando el porcentaje de tiempo que la mano de obra emplea ejecutando las actividades que agregan valor y el porcentaje que no añade valor y así formular mejoras para la productividad de la misma.

Por último, en el tercer objetivo específico, se calculó el índice de productividad, después de la aplicación de Lean Construction, resultando un trabajo productivo del 51 %, un trabajo contributivo de 32% y el 17% fue no contributivo, quedando demostrado el efecto positivo de la aplicación de esta metodología en la productividad.

Se puede afirmar que la aplicación de Lean Construction permite la obtención de elevados niveles de rendimiento en cuanto a disminución de costos, maximización de la productividad, cumplimiento de las fechas de entrega, mayor calidad, aumento de seguridad, mejor gestión del riesgo y alto grado de satisfacción del cliente, fomentando el trabajo en equipo, facilitando la visión de los procesos, de esta forma se permitiría una identificación temprana de errores para una resolución rápida y eficaz de los posibles problemas (Gutierrez, 2017).

Referente al objetivo general, la aplicación de Lean Construction tuvo un efecto positivo en la productividad en la Constructora Habacuc, lo que quedó evidenciado al incrementar la productividad de 36% a 51%, es decir aumentó 15%.

El resultado anterior obtenido por los investigadores coincide con los alcanzados por Pérez, Del Toro & López (2019), quienes obtuvieron como efecto una optimización significativa en el tiempo, reduciendo el período señalado para culminar la construcción de 24 viviendas llevado a cabo en Torreón, Coahuila, México de 14 semanas, logrando con la nueva programación finalizarse en 11 semanas, que significa una disminución de tiempo de un 26.56%. El análisis realizado indicó que el TP de la obra se situó en un 43%, el TC 25% y el TNC un 32%.

Del mismo modo, Álvarez (2019), propuso la aplicación de la metodología de Lean Construction evaluando la productividad de la obra de construcción del túnel vial en Colombia, obteniendo un TP del 54,3%, tiempo contributivo del 24,5% y No contributivo del 21,2 % .

Por otro lado, Villamizar y Ortiz (2017), lograron un incremento importante en la productividad obteniendo un 48,9%, tiempo contributivo del 34,2% y No contributivo del 8% mediante la eliminación de actividades que generan pérdidas. Consiguiendo la reducción de los gastos de material de \$11´131.890 a \$ 2´980.200 .

Igualmente, Sánchez (2015),logró un resultado similar al amplificar la labor productiva a 44%, logrando una mejora y optimización en la obra, en el ámbito nacional .

Del mismo modo, Mitma (2017), en la ejecución de obras de edificación en Huancavelica, exponiendo el incremento del Trabajo Productivo en 8% .

Finalmente, Arévalo (2018), determinó el nivel que influye la ejecución de los métodos con el propósito de elevar la productividad en la edificación del proyecto de estudio , logrando un TP (43%), TC (36%), TNC (21%) a través de las cartas balance.

La aplicación de Lean Construction optimiza las actividades agregando valor a un proyecto constructivo mientras se disminuyen o eliminan aquellas que no lo generan

durante el desarrollo total del proyecto desde su diseño hasta la ejecución y puesta en servicio (Zambrano, Caballero y Ponce 2018).

El sector de la construcción presenta porcentajes de trabajo productivo de cerca del 40%, el tiempo restante se ve invertido en la realización de actividades de desarrollo y apoyo de la actividad principal; es decir, que alrededor del 60% del trabajo en los proyectos constructivos se destina hacia los flujos y actividades de apoyo. Este porcentaje elevado de actividades no productivas de los proyectos constructivos “es considerado como una pérdida” (Gómez y Morales, 2016).

Los resultados son avalados por (Elard, 2017), quien manifiesta que la aplicación de Lean Construction, permite la disminución de los flujos de trabajo, también llamados trabajos contributivos y no contributivos y la maximización de las conversiones o trabajos productivos, logrando la optimización de la construcción y el incremento de la productividad.

Tal como se señaló en párrafos precedentes, la filosofía Lean Construction se enfoca el área de la productividad, planteándose como objetivo primordial optimizar las actividades reduciendo aquellas que disminuyen valor a la construcción ejecutada. Para ello utiliza herramientas efectuadas en la totalidad del proyecto, es decir antes y durante el desarrollo de los procesos, garantizando un sistema de gestión de calidad que beneficia a la productividad y disminuye los residuos (Botello, 2019).

Lean Construction persigue la excelencia mediante un proceso de mejora continua en la compañía, optimizando los recursos, tales como materia prima, utilización de maquinaria, mano de obra, para así maximizar la entrega de valor al cliente, dentro de un marco ecológico con el entorno. Disminuye o elimina principalmente las actividades y transacciones que no generan valor ( Pons y Rubio, 2019).

A pesar de la situación de pandemia que sucede en la actualidad, el proyecto se culminó con éxito, demostrando que la aplicación de Lean Construction tiene un efecto positivo en la productividad en los proyectos de construcción, incrementándola, disminuyendo los tiempos que no generan valor dentro de la construcción, brindando así grandes beneficios para la empresa.



## VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en el presente estudio son:

1. En el diagnóstico de la situación problemática, se identificó el sistema de gestión deficiente, desperdicios o pérdidas en los materiales, falta de supervisión del trabajo, cronogramas retrasados como los principales problemas. El indicador de trabajo productivo fue 36 %, un trabajo contributivo en 34% y el 30% fue no contributivo .
2. Se aplicó Lean Construction basándonos en el Sistema Last Planner mediante la Programación maestra, Programación semanal, Programación diaria y Lean Project Delivery System (LPDS), mediante el Nivel general de actividad, Carta balance .
3. Después de la aplicación de Lean Construction se volvió a calcular el índice de productividad, resultando un trabajo productivo del 51 %, un trabajo contributivo de 32% y el 17% fue no contributivo. Realizando la comparación inicial y final de la productividad, verificando así su incremento.
4. La aplicación de Lean Construction tuvo un efecto positivo en la productividad de proyectos de construcción en la Empresa Habacuc , llegándose a incrementar en 15 %.
5. Para la prueba de la hipótesis se aplicó la prueba t student en el software SPSS. después de haber realizado la de normalidad Shapiro-Wilk, se aceptó nuestra hipótesis, logrando afirmar que La aplicación de Lean Construction tendrá un efecto positivo en la productividad en proyectos de construcción de la Empresa Habacuc.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Recomendamos aplicar las herramientas de la filosofía Lean Construction desde el inicio de la obra y realiza una observación minuciosa al desempeño del recurso mano de obra, pues el trabajo de este recurso establece el éxito o fracaso en la productividad de una obra de construcción.
  
- ✓ Se recomienda la utilización de otras herramientas como One Touch Handling, que busca disminuir la re-manipulación del material desde la admisión hasta el área de trabajo. La aplicación de la herramienta Diagrama de Spaguetti, que permite la disminución de trabajos (transporte, Viaje), detecta los movimientos de los operarios y el traslado de los materiales. Busca brindar información que permite replantear las obras provisionales. Así mismo emplear la herramienta Orden de Trabajo, que tiene como propósito entregarle al personal una guía donde se detalle las instrucciones para las actividades a ejecutar. Empleando metrados, colores y gráficos.
  
- ✓ Realizar capacitaciones a los trabajadores en temas referidos a la aplicación de herramientas de Lean Construction, con el propósito de conseguir el involucramiento y el cumplimiento de los objetivos en cada proyecto de construcción.

## REFERENCIAS

Álvarez (2019), Estudio de productividad aplicando la metodología de Lean Construction caso túnel vial 8, Guaduas – Cundinamarca. Disponible en : <http://hdl.handle.net/10495/16489>.

Araque, García and Aguirre (2017), “The lean construction methodology and the analysis of losses in the Colombian civil sector: a case study”, *Development and Innovation in Engineering*, pp. 378-391, 2017.

Arcaya y Mamani (2019), Impacto del nivel de gestión e industrialización en la productividad de la mano de obra en proyectos ejecutados por la Universidad Nacional del Altiplano Puno, 2018 - 2019 (Tesis de pregrado). [amani\\_Lady.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Arevalo (2018), Implementación de la metodología Lean Construction en la productividad de la construcción del proyecto casa club recrea las Magnolias Breña (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Disponible en <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2293>

Arias, Villasís y Miranda (2016), El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201 - 206. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

Aureliano, (2019), Aplicación de la producción ajustada en la gestión de la construcción. *Procedía Manufacturing*, 38, 244-246. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.032>

Bateca y Cárdenas (2020), El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial, *Revista de Ingenierías Interfaces*, Vol. 3 (1) pp 1-19

Botello, (2019), Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio, *RITI Journal*, Vol. 7,

Brenes (2015), Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico .

Caldera (2015), Propuesta y Estudio de Método de Medición de Productividad para Obras Civiles (Universidad Técnica Federico Santa María). Valparaíso, Chile.

[https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/42278/3560900255159UTF SM .pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/42278/3560900255159UTF%20SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cerveró (2017), Una filosofía de gestión: lean construction . Disponible en: [Leanconstructionmexico.com.mx/post/una-filosofía-de-gestión-lean-construction](http://leanconstructionmexico.com.mx/post/una-filosofía-de-gestión-lean-construction)

De La Vega y Palomino (2018), Mejora de la productividad implementando el sistema lean construction en la ejecución de obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas.

Díaz, Herrera, Muñoz y Atencio (2021), Applications of generative design in structural engineering. Revista Ingeniería de Construcción, 36(1):29-47.

Gutierrez (2017), Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora. Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/4601>

Elard (2017), Evaluación de la productividad en la ejecución de obras de infraestructura de la Universidad Nacional del Altiplano Puno aplicando la filosofía Lean Construction (Tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velasquez. Juliaca, Perú. Disponible en [http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/888/VALERIANO%20L AYME%20ELARD%20FREDY.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/888/VALERIANO%20L%20AYME%20ELARD%20FREDY.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Flores y Ramos (2018), Análisis y evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa. Universidad San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería Civil. Arequipa: Universidad San Agustín de Arequipa. Recuperado el 1 de mayo de 2021 . Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7548/ICflmeej.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lean Construction Institute Perú. (2020), Lean en el diseño y la construcción. Recuperado el 17 de setiembre de 2020, de <https://www.lciperu.org/projects> .

Martínez, Herrera and Salazar (2017), “Methodological proposal for the implementation of the philosophy read on construction projects”, presentation presented at the 1st. Latin American Congress of Engineering-CLADI, 2017.

Mitma (2017), Mitma (2017), Aplicación de lean construction para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017 . Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/14979>.

Paz y Ballard (2016), Explorando la relación entre los métodos de diseño lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de proyectos hospitalarios en California. Ingeniería de Construcción, 31(3), 196-198. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000300005> .

Pérez, Del Toro y López (2019), Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. RITI, 7, 12-13. doi:<https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010> .

(Pons y Rubio, 2019), Lean construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System. Disponible en: <https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>.

Porras (2015), Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual, Investigación en Ingeniería Vol. 11 - No. 1 (2015).

Ramos (2020), Diseños de investigación experimental, CienciAmérica, v.10, p.1-7. Disponible: <http://cienciamerica.uti.edu.ec/openjournal/index.php/uti/article/view/356>.

Rojas, Henao y Valencia (2017), Lean construction, Revista Ingenierías, vol. 16, No. 30 pp. 115-128 .

Sánchez (2015), Implementación del sistema Lean Construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas. Disponible en: [https://www.academia.edu/32351557/universidad\\_peruana\\_de\\_ciencias\\_aplicadas\\_escuela\\_de\\_post\\_grado\\_programa\\_de\\_maestria](https://www.academia.edu/32351557/universidad_peruana_de_ciencias_aplicadas_escuela_de_post_grado_programa_de_maestria)

Tsutsumi (2017), Evaluación de una nueva metodología para la medición y evaluación de la productividad de la mano de obra (Tesis de pregrado). 93 universidad de Chile. Santiago de Chile. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148353/Evaluacion-de-una-nueva-metodologia-para-la-medicion-y-evaluacion-de-la-productividad-de-la-mano-de-obra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villamizar y Ortiz (2017), Implementación de los Principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa del Rosario. (Tesis de Especialización). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Disponible en : <https://docplayer.es/89798995-Implementacion-de-los-principios-de-leanconstruction-en-la-constructora-colproyectos-s-a-s.html>.

Zambrano, Caballero y Ponce (2018), Estado actual de la aplicación de la metodología lean construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia, *ingeniare* 14(25):27-60 .

Zapata y Villegas (2016), El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años. Disponible en : [http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/Diagrama\\_Ishikawa\\_final-pdf](http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/Diagrama_Ishikawa_final-pdf).

## ANEXOS

Anexo 01 .

**Tabla N° 03:** Matriz de operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Lean Construction	Independiente	Según (ILC, 2020), la filosofía Lean Construction se enfoca específicamente en el área de la productividad. Para esto cuenta con herramientas de alto valor que se aplican antes y durante la ejecución de los procesos constructivos y que garantiza un sistema de gestión de calidad que favorece la productividad y minimiza los residuos.	Lean Construction se evaluará a través de las siguientes dimensiones: Sistema Last Planner y Lean Project Delivery System (LPDS) (Elard, 2017) .	Lean Project Delivery System (LPDS)	Nivel general de actividad	Razón
					Carta balance	
				Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador	Programación maestra Programación semanal Programación diaria	Razón
Productividad	Dependiente	(Tsutsumi, 2017), definen a la productividad como la relación entre la producción o avance obtenido de la operación (salidas u outputs), y la materia prima usada para obtener dicha producción (entradas o inputs)	Se analizará mediante la productividad de mano de obra, y ésta se medirá con El trabajo productivo (TP), El trabajo contributivo (TC) y El trabajo no contributivo (TNC) (Elard, 2017)..	Productividad de mano de obra	Porcentaje de trabajo productivo (% TP). Porcentaje de trabajo contributorio (% TC). Porcentaje de trabajo no contributorio (% TNC)	Razón

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 02 .

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor (a):

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción 2015-2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es *Efecto de la aplicación de Lean Construction en la productividad en proyectos de construcción en la Empresa Habacuc, Pacasmayo – 2021* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



VENTURA CORDOVA LIZ

---

Apellidos y Nombre

DNI: 48134310

GUANILO GUZMAN ABIGAIL

---

Apellidos y Nombre

DNI: 486316

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN CONSTRUCTION Y LA PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Construction</b>							
	DIMENSIÓN 1: Lean Project Delivery System (LPDS)							
<b>1</b>	Indicador: Nivel general de actividad, Carta balance	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador							
<b>2</b>	Indicador: Programación maestra Programación semanal Programación diaria.	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
	DIMENSIÓN 3: Productividad de mano de obra							
<b>3</b>	Indicador: Porcentaje de trabajo productivo (% TP). Porcentaje de trabajo contributorio (% TC). Porcentaje de trabajo no contributorio (% TNC)	✓		✓		✓		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:**    **Aplicable** [✓]    **Aplicable después de corregir** [ ]    **No aplicable** [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador.**

**DNI:**

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial

**Junio 2021**

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

---

**Firma del Experto Informante**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN CONSTRUCTION Y LA PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Construction</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Lean Project Delivery System (LPDS)							
1	Indicador: Nivel general de actividad, Carta balance	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Indicador: Programación maestra Programación semanal Programación diaria,	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
	DIMENSIÓN 1: Productividad de mano de obra	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Indicador: Porcentaje de trabajo productivo (% TP). Porcentaje de trabajo contributorio (% TC). Porcentaje de trabajo no contributorio (% TNC)	✓		✓		✓		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]


**Apellidos y nombres del juez validador:** SANDOVAL REYES CARLOS **Junio 2021**  
**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Carlos J. Sandoval Reyes  
 ING. INDUSTRIAL  
 R. CIP. 151871

Firma del Experto Informante



## CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN CONSTRUCTION Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Construction</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Lean Project Delivery System (LPDS)							
1	Indicador: Nivel general de actividad, Carta balance	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Indicador: Programación maestra Programación semanal Programación diaria,	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
	DIMENSIÓN 1: Productividad de mano de obra	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Indicador: Porcentaje de trabajo productivo (% TP). Porcentaje de trabajo contributorio (% TC). Porcentaje de trabajo no contributorio (% TNC)	✓		✓		✓		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador:** Moncada Vergara Luz Angelita

**DNI:** 18110664

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial

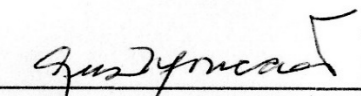
19 de Junio 2021

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

  
Firma del Experto Informante

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN CONSTRUCTION Y LA PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Construction</b>							
	DIMENSIÓN 1: Lean Project Delivery System (LPDS)							
1	Indicador: Nivel general de actividad, Carta balance	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador							
2	Indicador: Programación maestra Programación semanal Programación diaria,	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>							
	DIMENSIÓN 1: Productividad de mano de obra							
3	Indicador: Porcentaje de trabajo productivo (% TP). Porcentaje de trabajo contributorio (% TC). Porcentaje de trabajo no contributorio (% TNC)	✓		✓		✓		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [ ✓ ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador. LOZADA CASTILLO GASPAR MARLON**

**DNI: 17974953**

**Especialidad del validador: Ingeniero Industrial**

**Junio 2021**

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del const

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dime



Gaspar Marlon Lozada Castillo  
ING. INDUSTRIAL  
Firma del Experto Informante

## Anexo 03 . Guía de Entrevista

Las preguntas serán realizadas a los responsables de los proyectos de acuerdo a cada etapa del proyecto.

### Etapa I. Diseño/Ingeniería

¿Se elaboró un Programa de obra para el proyecto? ¿Cuál es su duración?

¿Se elaboró un Presupuesto para el proyecto? ¿A cuánto asciende?

### Etapa II. Ejecución/Construcción

¿Se llevó un registro del Avance real del programa durante su ejecución? ¿Cuánto fue la duración?

¿Se elaboró en forma periódica un reporte de la Ocurrencia de incidencias en la ejecución del proyecto?

¿Se programaron y realizaron las Auditorias de calidad durante la ejecución del proyecto?

¿Se programó y realizó un Seguimiento de la productividad de mano de obra durante el proyecto?

### Etapa III. Entrega.

¿Se cumplió con el tiempo de entrega del proyecto ejecutado?

¿Se realizó un Reporte final de calidad de todo el proyecto?

¿Se realizó un Reporte de inconformidades en el diseño y se hicieron las correcciones oficiales en su caso?

Anexo 04: Ficha de registro del trabajo productivo, contributivo y no contributivo

Fuente: Elaboración Propia

FICHA DEL REGISTRO DE TRABAJO EN LA OBRA					
	CATEGORIAS	TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	TRABAJO CONTRIBUTIVO (TC)	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO (TNC)	
	MUESTREO 1	MUESTREO 2	MUESTREO 3	MUESTREO 4	MUESTREO 5
FECHA					
TP					
TC					
TNC					
TOTAL					

Anexo 05 : Ficha de registro del rendimiento

INGRESO DE DATOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO		
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	DETALLE :	
	FOTOS DEL PROCESO	
PERIODO DE MEDICION		
RECURSO MANO DE OBRA		
DESCRIPCION		
RENDIMIENTO		
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD		

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 06 : Nivel General de Actividades

FECHA		HORA INICIO																	
		HORA FINAL																	
N°	TP	TC						TNC						OBSERVACIONES					
		T	A	L	I	M	X	V	N	E	D	B	R		Y				
TOTALES																			

TC		TNC	
T	TRANSPORTE	V	VIAJES
A	ANDAMIOS	N	TIEMPO
L	LIMPIEZA	E	ESPERAS
I	RECIBIR / BRINDAR INSTRUCCIONES	D	DESCANSO
M	MEDICIONES	B	NECESIDADES FISIOLOGICAS
X	OTROS	R	TRABAJO NUEVAMENTE REALIZADO

Fuente: Elaboración Propia



	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	TIEMPO PROMEDIO			OBRA	
	A	B	C	D	(min)			ACTIVIDAD	
								FECHA	
1									
2									
3									TRABAJO PRODUCTIVO
4							1		
5							2		
6							3		
7							4		
8							5		
9							6		
10									
11									
12									TRABAJO CONTRIBUTIVO
13							7		
14							8		
15							9		
16							10		
17							11		
18							12		
19									
20									
21									TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
22							13		
23							14		
24							15		
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 08 : Formato Programación Maestra

NOMBRE DE LA TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACIÓN (DÍAS)	INICIO DE OBRA							
INICIO DE OBRA				Estructura							
Estructura											
FIN DE OBRA				FIN DE OBRA							

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 09 : Formato Programación Semanal

NOMBRE DE LA TAREA	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACIÓN (DÍAS)
INICIO DE OBRA			
Estructura	Fecha de inicio:	17/05/2021	
	semana 1	semana 2	semana 3
	may	may	may jun
	lu ma mi ju vi sá do	lu ma mi ju vi sá do	lu ma mi ju vi sá do
Asignado a:	17 18 19 20 21 22 23	24 25 26 27 28 29 30	31 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
Persona 1	completado		
Persona 2	completado		
Persona 3	completado		
Persona 4	en curso		
Persona 5	sin iniciar		

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 10 : Formato Programación Diaria**

REGISTRO DE TRABAJO DIARIO											
EMPRESA :					FECHA:		DIA:	SEMANA:			
Proyecto:					HH PROGRAMADO						
PARTIDA					HH REAL						
TRABAJADORES		TEMPERATURA			No. Contrato:						
SECTOR		HORA			No. Proyecto:						
ACT		DESCRIPCION DE ACTIVIDADES			FASE		HORARIOS				FIRMAS
1					PROGRAMADO						
					ACT	INICIO	TERMINO				
					1						
2									RESIDENTE DE OBRA		
					2						
3					REAL				ING DE PRODUCCION		
					ACT	INICIO	TERMINO				
					1						
					2						
					3						
LISTA DE TRABAJADORES					ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 4	MAESTRO DE OBRA		
COD	CAT	APELLIDOS Y NOMBRES			TOTAL						
					TOTAL HORAS HOMBRE (HH)						
		OBSERVACIONES			RESUMEN DE METRADO POR PRODUCCION DIARIA						
					DESCRIPCION	UNIDAD	PROGR	REAL			

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 11: Carta de permiso

Chepén, 29 de mayo del 2021

SR ING. WILLIAM JUSTINIANO CASTRO

SR. GERENTE DE LA EMPRESA  
EMPRESA HABACUC S.A.C

**ASUNTO:** Autorización para desarrollar una investigación académica y publicar los resultados en el repositorio digital de la Biblioteca de la Universidad César Vallejo.

De nuestra consideración:

Al encontrarnos cursando el 10° Ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería industrial en la Universidad Privada César Vallejo he hemos propuesto un Proyecto de Investigación denominado **“Efecto de la aplicación de Lean Construction en la productividad en proyectos de construcción en la empresa Habacuc, Pacasmayo – 2021”** el cual adjuntamos a la presente para su conocimiento.

Como podrá usted ver, nuestro interés de llevar a cabo una investigación académica en su prestigiosa institución cumple a que podemos aplicar la teoría que hemos aprendido a lo largo de 4 años en las distintas materias que hemos llevado en la carrera profesional. Consideramos que los resultados que obtengamos serán de aporte para su representada y redundarán en beneficio de ella.

Comprendemos que los datos que nos provean para llevar a cabo dicha investigación son confidenciales y propiedad de su institución, por lo cual, acudimos a usted para solicitar su autorización a fin de desarrollar dicha investigación que tendrá resultados, los cuales le serán entregados. Igualmente solicitamos su autorización a fin de nuestra universidad pueda publicar dicha investigación en el repositorio digital de la Biblioteca, lo cual ayudará a que otros estudiantes puedan aprovechar.

Por lo expuesto espero acceda a mi petición. Agradeciéndole, anticipadamente su comprensión y apoyo, la cual necesitamos en documento oficial de su empresa (con firma y sello) a fin de entregar a nuestra universidad.

Sin otro particular, nos despedimos.

Atentamente,



---

Ventura Córdova, Liz Johana



---

Guanilo Guzmán, Julia Abigail

Anexo 12: Autorización de publicación de resultados

Chepén, 17 de Noviembre del 2021

Sr./ Sra.

EGRESADOS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
UCV

De mi consideración:

Mediante la presente, le AUTORIZO a publicar el resultado de su investigación titulada **“Efecto de la aplicación de Lean Construction en la productividad en proyectos de construcción en la empresa Habacuc, Pacasmayo – 2021”**, llevada a cabo en la empresa que represento en el año 2021. Entiendo que la publicación se hará en el repositorio digital de la Biblioteca de la Universidad César Vallejo, lo cual ayudará a que otros estudiantes puedan aprovechar de sus indagaciones.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente,



PROYECTOS ESPECIALES HABACUC S.A.C.  
William G. Justiniano Castro  
JEFE DE ING. DE PROYECTOS, OBRAS Y SERVICIOS

---

GERENTE GENERAL:  
DNI. 19422216