

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



**“PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS  
LEAN CONSTRUCTION PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD  
EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA  
DE TACNA, 2019”**

**TESIS**

**Presentado por:**

**BR. LUIGHI GIAN PIERRE ALBARRACÍN TITO**

**BR. NAHUEL HUMBERTO MOLERO YÁÑEZ**

**Asesor:**

**MGR. WILFREDO CARLOS VICENTE AGUILAR**

**Para Obtener el Grado Académico de:**

**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA  
CONSTRUCCIÓN**

**TACNA – PERU**

**2020**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por el don de la vida  
y por estar con nosotros en todos los pasos que damos,  
por fortalecer nuestros corazones,  
iluminar nuestras mentes,  
por haber puesto en nuestro camino,  
a nuestras familias que han sido  
nuestro soporte, guía y compañía  
durante toda nuestra vida.

A nuestro asesor,  
Mgr. Wilfredo Carlos Vicente Aguilar  
por el gran apoyo y motivación  
para la culminación de nuestros estudios profesionales  
y para la elaboración de esta tesis.

## DEDICATORIA

A nuestras familias,  
por ser faros fundamentales  
en todo lo que somos,  
por apoyarnos en nuestra educación,  
y por su guía incondicional  
en todo este tiempo.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
<b>1.2.1. Interrogante principal .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2. Interrogantes secundarias.....</b>	<b>5</b>
1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
<b>1.4.1. Objetivo general.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>7</b>
 <b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	 <b>8</b>
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	8
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS .....	13
2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	22
 <b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	 <b>26</b>
3.1. HIPÓTESIS.....	26
<b>3.1.1. Hipótesis general.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2. Hipótesis específicas.....</b>	<b>26</b>
3.2. VARIABLES E INDICADORES.....	27
<b>3.2.1. Identificación de la variable independiente (X) .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2. Definición de la variable dependiente (Y).....</b>	<b>27</b>
3.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	28
3.5. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	29

<b>3.5.1.  Ámbito social</b> .....	<b>29</b>
<b>3.5.2.  Tiempo social</b> .....	<b>29</b>
<b>3.6.  POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	<b>29</b>
<b>3.6.1.  Unidades de estudio</b> .....	<b>29</b>
<b>3.6.2.  Población y muestra</b> .....	<b>29</b>
<b>3.7.  PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b> .....	<b>30</b>
<b>3.7.1.  Procedimientos</b> .....	<b>30</b>
<b>3.7.2.  Técnicas</b> .....	<b>31</b>
<b>3.7.3.  Instrumentos para la recolección de los datos</b> .....	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.  DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.1.  Planificación y organización del trabajo en campo</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.2.  Ejecución</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.3.  Validación de las encuestas</b> .....	<b>37</b>
<b>4.2.  DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
<b>4.3.  RESULTADOS</b> .....	<b>38</b>
<b>4.3.1.  Encuestas Realizadas a Profesionales</b> .....	<b>38</b>
<b>4.3.2.  Datos tomados en campo</b> .....	<b>67</b>
<b>4.4.  SÍNTESIS PRUEBA ESTADÍSTICA</b> .....	<b>83</b>
<b>4.5.  COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>89</b>
<b>4.6.  PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA</b> <b>LEAN CONSTRUCTION</b> .....	<b>90</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>114</b>
<b>5.1.  CONCLUSIONES</b> .....	<b>114</b>
<b>5.2.  RECOMENDACIONES</b> .....	<b>116</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>117</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>119</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Cálculo de la muestra.....	30
Tabla 2 - Calificación de los Instrumentos .....	37
Tabla 3 - Valoración de los expertos.....	37
Tabla 4 - Análisis de la pregunta #01 de la encuesta realizada.....	38
Tabla 5 - Análisis de la pregunta #02 de la encuesta realizada.....	39
Tabla 6 - Análisis de la pregunta #03 de la encuesta realizada.....	41
Tabla 7 - Análisis de la pregunta #04 de la encuesta realizada.....	42
Tabla 8 - Análisis de la pregunta #05 de la encuesta realizada.....	44
Tabla 9 - Análisis de la pregunta #06 de la encuesta realizada.....	45
Tabla 10 - Análisis de la pregunta #07 de la encuesta realizada.....	47
Tabla 11 - Análisis de la pregunta #08 de la encuesta realizada.....	48
Tabla 12 - Análisis de la pregunta #09 de la encuesta realizada.....	50
Tabla 13 - Análisis de la pregunta #10 de la encuesta realizada.....	51
Tabla 14 - Análisis de la pregunta #11 de la encuesta realizada.....	52
Tabla 15 - Análisis de la pregunta #12 de la encuesta realizada.....	54
Tabla 16 - Análisis de la pregunta #13 de la encuesta realizada.....	55
Tabla 17 - Análisis de la pregunta #14 de la encuesta realizada.....	57
Tabla 18 - Análisis de la pregunta #15 de la encuesta realizada.....	58
Tabla 19 - Análisis de la pregunta #16 de la encuesta realizada.....	60
Tabla 20 - Análisis de la pregunta #17 de la encuesta realizada.....	61
Tabla 21 - Análisis de la pregunta #18 de la encuesta realizada.....	63
Tabla 22 - Análisis de la información general de la encuesta realizada .....	83
Tabla 23 - Análisis sobre el conocimiento del problema de la encuesta realizada .....	84
Tabla 24 - Análisis sobre la propuesta de solución del problema de la encuesta realizada.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del concepto de producción .....	14
Figura 2. Aplicación de la nueva producción filosófica de la construcción .....	15
Figura 3. Formato del nivel general de actividades (NGA) .....	32
Figura 4. Formato carta balance (NCB) .....	34
Figura 5. Formato de la prueba de los 5 minutos (P5M) .....	35
Figura 6. Resultados de la pregunta #01 de la encuesta realizada .....	39
Figura 7. Resultados de la pregunta #02 de la encuesta realizada .....	40
Figura 8. Resultados de la pregunta #03 de la encuesta realizada .....	41
Figura 9. Resultados de la pregunta #04 de la encuesta realizada .....	43
Figura 10. Resultados de la pregunta #05 de la encuesta realizada .....	44
Figura 11. Resultados de la pregunta #06 de la encuesta realizada .....	46
Figura 12. Resultados de la pregunta #07 de la encuesta realizada .....	48
Figura 13. Resultados de la pregunta #08 de la encuesta realizada .....	49
Figura 14. Resultados de la pregunta #09 de la encuesta realizada .....	50
Figura 15. Resultados de la pregunta #10 de la encuesta realizada .....	51
Figura 16. Resultados de la pregunta #11 de la encuesta realizada .....	53
Figura 17. Resultados de la pregunta #12 de la encuesta realizada .....	54
Figura 18. Resultados de la pregunta #13 de la encuesta realizada .....	56
Figura 19. Resultados de la pregunta #14 de la encuesta realizada .....	57
Figura 20. Resultados de la pregunta #15 de la encuesta realizada .....	59
Figura 21. Resultados de la pregunta #16 de la encuesta realizada .....	60
Figura 22. Resultados de la pregunta #17 de la encuesta realizada .....	62
Figura 23. Resultados de la pregunta #18 de la encuesta realizada .....	63
Figura 24. Porcentajes de trabajos o tiempos productivos, contributorios y no contributorios .....	68

Figura 25. Análisis de los datos del nivel general de actividades (NGA) del proyecto 01 .....	69
Figura 26. Análisis de los datos del nivel general de actividades (NGA) del proyecto 02 .....	70
Figura 27. Análisis de los datos tomados con la carta balance (NCB) - vaciado de contrapiso.....	73
Figura 28. Análisis de los datos tomados con la carta balance (NCB) - vaciado de vigas.....	75
Figura 29. Análisis de los datos tomados con la carta balance (NCB) – asentado de muros .....	78
Figura 30. Formato para la prueba de los cinco minutos (P5M) .....	79
Figura 31. Herramientas de Lean Construcción .....	91
Figura 32. Estructura del control de productividad - Lean Construcción .....	92
Figura 33. Ejemplo de sectorización de áreas de un proyecto.....	94
Figura 34. Ejemplo de programación de tren de actividades.....	96
Figura 35. Ejemplo formato de Look a Head de un proyecto .....	98
Figura 36. Ejemplo formato de análisis de restricciones de un proyecto .....	100
Figura 37. Ejemplo formato de un plan semanal para un proyecto .....	101
Figura 38. Formato para el informe de Productividad / Rendimiento para un proyecto.....	104
Figura 39. Formato para el control del porcentaje de cumplimiento de un proyecto.....	105
Figura 40. Curva de producción .....	106
Figura 41. Formato de Carta Balance para controlar la productividad.....	108
Figura 42. Formato del Nivel General de Actividades para controlar la productividad.....	111



## RESUMEN

La presente tesis tiene como propósito brindar un modelo de gestión para el control de la productividad en la industria de la construcción, aplicado a los proyectos de edificación en la ciudad de Tacna. Esto mediante el análisis del rendimiento de la mano de obra calificada, los equipos y maquinarias, organización, retrasos en la obtención de los materiales, etc. Este control daría como resultado el mejoramiento de los tiempos en los procesos constructivos, sin sacrificar la calidad del producto final, generándose una mayor ganancia a las empresas del sector.

A partir de identificar los factores considerados se elaboró una encuesta que fue aplicada a profesionales del sector construcción, con experiencia en la construcción de edificaciones como ingenieros residentes, ingenieros supervisores, jefes de obra y gerentes, con lo cual se determinó el estado situacional de los procedimientos de control de la productividad en obra.

Por lo que, se plantearon acciones en respuesta a los factores antes mencionados, a modo de metodologías de trabajo que se han de considerar en el momento de la planeación y control durante la ejecución de los procesos constructivos, y con ello elaborar una propuesta que permita optimizar la productividad en los proyectos de edificación en la ciudad de Tacna, logrando así mitigar factores negativos que restringen el avance productivo, que generan sobrecostos y que perjudican al crecimiento de las empresas constructoras de nuestra ciudad.

***PALABRAS CLAVE: Productividad, rendimiento, productivo, contributorio, no contributorio, riesgos, filosofía lean, tiempos en los procesos constructivos, Obras de edificación.***

## ABSTRACT

The purpose of this thesis is to provide a model to manage the control of productivity in the construction industry. It's applied to building projects in the city of Tacna by analyzing the performance of skilled labor, equipment and machinery, organization, delays in obtaining materials, and more. This control would result in the improvement of the turnaround time in the construction process without sacrificing the quality of the final product. It will generate a greater profit to the companies of the area.

A survey was developed from identifying the considered factors. It will determine the situational status of the productivity control procedures on site. It was applied to professionals in the construction area, such as resident engineers, supervising engineers, construction managers and managers which have experience in the construction of buildings.

Therefore, actions were raised in response to the aforementioned factors in the form of work methodologies. They must be considered at the time of planning and control during the execution of the construction processes. A proposal will be developed based on these methodologies. It will optimize the productivity in building projects in the city of Tacna. Thus, mitigating negative factors that restrict production progress, generate cost overruns and that harm the growth of construction companies in our city.

***KEY WORDS: Productivity, performance, productive, contributory, non-contributory, risks, lean philosophy, times in construction processes, building works.***

## INTRODUCCIÓN

El origen de Lean Construction, se dio en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, por Lauri Koskela escribió un artículo técnico, “Aplicación de Nueva Filosofía de Producción para la Construcción”, en el que se estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. El término Lean Construction fue elaborado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction en 1993.

En el Perú, se constituyó el 15 de febrero del 2011 el Capítulo peruano de Lean Construction Institute (LCI).

En construcción, se enfrenta un entorno variable, diferentes factores, tiempos y actividades que alteran la producción y rodeado de incertidumbre a diferencia de otros rubros donde las actividades son más estandarizadas, el constructor prefiere mantener el gasto proyectado en desperdicios, en vez de implementar un nuevo método.

El proyecto de investigación, se centra en realizar una propuesta para mejorar la productividad. La cual se viene usando en las mejores empresas del mundo y desde hace algunos años en nuestro país, por importantes empresas constructoras.

La presente tesis está compuesta por cinco capítulos los cuales son las siguientes:

En el capítulo I (El problema) se muestra la problemática y la formulación del problema, justificando la investigación y mostrando los objetivos de la investigación

En el capítulo II (Marco Teórico), se describen los términos a utilizar, teorías y normativas.

En el capítulo III (Marco Metodológico), se definió las hipótesis, definiendo el tipo, nivel de la investigación, técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

En el capítulo IV (Resultados), se analizó la información obtenida mediante los medios de recolección de datos, realizando la validación de los mismos.

En el capítulo V (Conclusiones y recomendaciones), se presenta la metodología propuesta, presentando los formatos y esquemas de la metodología.

Para culminar se muestran las referencias bibliográficas, y los anexos con los cuales se trabajó, siendo estos, la matriz de consistencia, formato de la encuesta, la validación de expertos de la encuesta.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El rubro de la construcción en la última década, ha cobrado especial importancia en el Perú debido al déficit de infraestructuras existentes. Sin embargo, la mayoría de empresas constructoras siguen trabajando bajo un sistema de construcción convencional con procedimientos constructivos improductivos lo que nos limita como país a crecer con mayor velocidad. Al bajo nivel de productividad, se suma el problema de la seguridad laboral del sector. Estos indicadores nos permiten visualizar la poca evolución que ha estado teniendo el sector construcción en el Perú.

En especial, la región Tacna, zona del estudio, donde se han invertido millones de soles para la construcción de infraestructuras de gran envergadura como centros educativos, por ejemplo, la Institución Educativa Emblemática “FRANCISCO ANTONIO DE ZELA – FAZ”, centros médicos como la “CLINICA LA LUZ” (privada) y el Hospital del Ministerio de Salud “HIPÓLITO UNANUE”, edificación civil como el “HOTEL SELECT CASA ANDINA” (privada), el hotel “PARK INN BY RADISSON” (privada), el condominio “PASEO DE LA ALAMEDA – ALTOZANO”, entre otros. Hoy en día, las medianas y pequeñas empresas constructoras y las entidades públicas no cuentan con metodologías o estándares internacionales para ejecutar las obras con una productividad eficiente, dificultándose el control de los rendimientos y el cumplimiento del cronograma de obra.

La principal causa radica en que los proyectos de construcción son un conjunto de disciplinas interrelacionadas entre sí, y lograr un adecuado trabajo en conjunto de todas estas actividades es complejo, ya que el entorno es muy variable,

con diferentes factores, tiempos y actividades que alteran su producción frecuentemente. Además, está rodeado de incertidumbre a diferencia de otros rubros donde las actividades son más estandarizadas, es entonces que muchas veces el constructor prefiere mantener el gasto ya proyectado en desperdicios, en vez de implementar un nuevo método que quizá les genere mayores gastos en un inicio, pero con el tiempo puede llegar a recuperar esta inversión y generar mayor productividad y por ende mayores ganancias. De aquí surge la necesidad de plantear mejoras con el fin de tener herramientas más poderosas y adaptadas que asegure una alta productividad en la ejecución de las obras de edificación en la provincia de Tacna y en general en todo país.

El proyecto de investigación, se centra en la aplicación de Lean Construction (construcción sin pérdidas), que es una filosofía de la gestión de la producción en la construcción, el cual tiene como objetivo eliminar todos los problemas que genera la mala planificación como los tiempos muertos, baja rentabilidad, empleados desmotivados, accidentes, etc.. Esta alternativa de innovación se viene usando con buenos resultados en las mejores empresas del mundo y desde hace algunos años en nuestro país, por importantes empresas constructoras.

Finalmente además de difundir los conocimientos de la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional del Lean Construction, se desea plantear una alternativa que mejoren la productividad de la obra y que se puedan comparar con estándares de productividad del sector construcción tanto del país como internacionalmente, con la finalidad de implementar formatos que generen mejores resultados y que estén enmarcados en los lineamientos que esta filosofía propone y con esto alentar a que su implementación sea cada vez mayor en los proyectos de edificación en la región Tacna, así como en todo el Perú, ya que como sabemos las empresas tienen como finalidad generar utilidades y una manera de persuadirlas o alentarlas para que usen la filosofía Lean Construction es demostrar que se pueden generar resultados positivos en los proyectos, los cuales repercuten en ahorros para la empresa y por consiguiente incrementan sus ganancias.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Interrogante principal**

¿De qué manera la propuesta del uso de las herramientas Lean Construction mejorarían el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019?

### **1.2.2. Interrogantes secundarias**

- 1) ¿La no implementación de herramientas y procedimientos Lean Construction inciden en el bajo control de la productividad de las obras de edificación en la provincia Tacna en el período 2019?
- 2) ¿Cuáles son los niveles de gestión para el control de la productividad, durante la ejecución de obras de edificación en la provincia Tacna en el período 2019?

## **1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN**

Según (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014), indica que un estudio se justifica en mayor medida en cuanto cumpla con la mayor cantidad de criterios, respondiendo a la mayor cantidad de preguntas que se plantean a continuación, para que se considere conveniente, con relevancia social, utilidad metodológica, que tenga implicancias prácticas y valor teórico.

El presente trabajo de investigación, surge debido que el actual modelo tradicional de gestión que utilizan la gran mayoría de los proyectos de construcción hoy en día, refleja una baja productividad. Esto a razón del desconocimiento y al no uso de nuevas metodologías y herramientas de gestión de la producción, que ayuden a reducir o eliminar actividades que no generan valor u optimización al proyecto, pues como ya se indicó muchas empresas constructoras se resisten al cambio y siguen trabajando de manera tradicional, sin ninguna eficiencia y confiabilidad de los plazos y los costos de los proyectos. Estas mejoras se deben

implementar luego de realizar una evaluación y diagnóstico inicial de los proyectos a ejecutar.

**Desde el punto de vista social**, en la actualidad para garantizar la satisfacción de los usuarios o beneficiarios de algún proyecto de construcción de una obra de edificación, no basta solo con recibir lo ofertado inicialmente, sino que se hace necesario que esta infraestructura haya sido entregada con la calidad esperada y en el plazo establecido.

En la situación actual que vive nuestra región de Tacna y en general en todo nuestro país, es necesario que el producto final genere la sensación de confianza y seguridad ante el usuario final, y esto solo se logra si durante todo el proyecto se mostró transparencia y un adecuado control en todos sus aspectos.

Es de esta manera que el uso de herramientas de gestión, como son las del control de la productividad, aparte de garantizar una calidad en los procesos durante la ejecución de la obra, genera la sensación de confianza a los usuarios o beneficiarios finales, a través de una transparencia y calidad en los procesos.

**Desde el punto de vista económico**, las entidades y empresas que cuenten con un procedimiento que le permita el control, manejo de la reducción de pérdidas y desperdicios generados durante la etapa de ejecución de los proyectos, podrán detectar los malos usos de los recursos y de esta forma evitar generar sobrecostos y mayor tiempo de ejecución de las obras, originando beneficios económicos y una mayor rentabilidad.

**Desde el punto de vista operativo**, de lo explicado anteriormente, surge la motivación del presente tema de investigación, que es analizar, implementar y evaluar las herramientas de sistema de gestión de productividad a través de la filosofía Lean Construction en busca de la eficiencia en la gestión de proyectos de construcción.

El presente trabajo de investigación aporta herramientas, instrumentos y procedimientos que nos permitan diagnosticar de manera clara las técnicas de la



filosofía Lean Construction, la cual tiene aplicación práctica para mejorar la productividad en el sector construcción de nuestro país y en nuestra región.

Además, es conveniente indicar, que está comprobado internacionalmente que las técnicas de aplicación de las herramientas Lean Construction, sirven y son útiles como guía para profesionales o empresas que busquen optimizar los procesos y para mejorar la productividad, ya que resalta la eliminación de pérdidas de trabajo.

#### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Desarrollar una Propuesta de mejora para el control de la Productividad, mediante el uso de las herramientas Lean Construction, durante la ejecución de obras de edificación en la provincia Tacna en el período 2019.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- 1) Proponer procesos, procedimientos y formatos de control que estén enmarcados dentro de la filosofía Lean Construction, que mejoren el control de los factores que inciden en la productividad de las obras de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.
- 2) Analizar el estado situacional de la gestión para el control de la productividad en la ejecución de obras de edificación de la provincia de Tacna en el período 2019.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

#### **EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL**

- 1) Como primer antecedente internacional se ha encontrado la investigación, para optar el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile: **“EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN”**, (Pinto, 2010).

El objetivo de esta investigación, fue formular un procedimiento que permita la evaluación de las técnicas de producción, para identificar la situación actual y comparar con los principios Lean Construction identificando las líneas de mejoramiento, así mismo implantar un sistema de mejora de los procesos y validarla con su aplicación a un caso real. La población fue dos casos de estudio de empresa constructora, la primera con la utilización del método del Last Planner y la segunda donde se emplearon las técnicas de Lean Construction para mejorar los procesos. La investigación es del tipo exploratorio, descriptiva y explicativa, se utilizaron como instrumento la entrevista y la observación de los trabajos en campo. En conclusión, se establece que actualmente los proyectos de construcción siguen ejecutando bajo el sistema convencional de producción, la elaboración del diseño de un sistema de producción, contribuye a la reducción de la variabilidad en obra, durante la etapa de construcción.

- 2) Como segundo antecedente internacional se ha encontrado la investigación, para optar el grado de Maestro en Ingeniería de la Construcción de la Universidad Nacional Autónoma de México: **“METODOLOGÍA PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN”**, (Cisneros, 2011).

El objetivo de esta investigación, fue proponer una sistemática de procesos con la finalidad de controlar y reducir los desperdicios en la etapa de ejecución de proyecto, basado en Lean Construction, con los criterios del investigador y la recopilación de la investigación de campo, para así establecer técnicas de realizables para su aplicación de la dirección técnica encargadas de la ejecución de los proyectos en construcción. La población estuvo conformada por 30 constructoras. La investigación es cuantitativa, no experimental, propositiva y descriptiva, se utilizó como instrumento las encuestas mediante cuestionario. En conclusión como resultado las encuestas un 50% de las constructoras tienen entre un 5% y un 10% de pérdidas considerables, una de las razones, las constructoras no cuentan con un sistemas de producción establecido, la elaboración de un sistema que disminuya las pérdidas proporcionará un método de administración fundamentado en las teorías y herramientas de Lean Construction, que se aplicara en la etapa de construcción reduciendo de esta manera la incertidumbre de los procesos y las perdidas generando el incremento de la productividad de la obra.

- 3) Como tercer antecedente internacional se ha encontrado la investigación, para obtener el grado Maestro en Administración de la Universidad Nacional de Colombia: **“PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN (CONSTRUCCIÓN ESBELTA) EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN”**, (Martínez, 2011).

El objetivo de esta investigación, fue plantear un sistema de gestión que permita la aplicación de la filosofía Lean a los proyectos de construcción,

aprendiendo de las falencias del método de construcción convencional. La población está conformada por dos obras en construcción, a los cuales se realizó el estudio y efectuó el análisis inicial y se encontró que existían las mismas pérdidas y efectos en la productividad. La investigación es cuantitativa, no experimental, descriptiva y estudio de casos, el instrumento aplicado es mediante la observación in-situ sobre las actividades de la obra y los diálogos con el área técnica. En conclusión, la investigación evidencia que la adecuación de la Lean Construction en los proyectos demuestran efectos beneficiosos tanto para el sistema de administración, planificación y ejecución de los procesos del proyecto. Los recursos manejados en la etapa de construcción del proyecto, deben considerarse en la planificación de manera obligatoria, porque la ausencia de estos recursos genera un 60% de los trabajos no contributivos y se incrementa los trabajos contributivos, obteniendo como consecuencia un resultado perjudicial a la productividad de la obra.

## **EN EL ÁMBITO NACIONAL**

- 1) Como primer antecedente nacional se ha encontrado la investigación, para obtener el grado de Maestro en Gerencia de la Construcción de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: **“OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL PROYECTO DE EDIFICACIÓN NUEVO CENTRO DE SALUD A DESARROLLARSE EN EL DISTRITO DE LUYA - LUYA - AMAZONAS, APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION”**, (Castro y Ruiz, 2014).

El objetivo de esta investigación, fue plantear una alternativa para optimizar los procesos e índice de productividad de la construcción del proyecto Nuevo Centro de Salud Luya – Lamud - Amazonas, utilizando las herramientas de Lean Construction, para la disminución de las pérdidas en obra. La investigación es cuantitativa, no experimental y descriptiva, se utilizaron como instrumento la observación mediante registros específicos para

el estudio del avance físico y de la productividad de la obra. Conclusión con la adecuación de un sistema de gestión de producción se logró obtener un porcentaje del 72% de las actividades completadas en la semana y se logró un avance físico significativo al proyectado de las actividades como el encofrado, acero y concreto. Utilizando el sistema del Último planificador en la obra, se consiguió medir el nivel de productividad, alcanzando una mayor utilidad correspondiente al 3% del costo directo.

- 2) Como segundo antecedente nacional se ha encontrado la investigación, para obtener el grado de Maestro en Gerencia de la Construcción de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION PARA LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURAS EN OBRAS DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS”**, (Sánchez-Cruz-Benavides, 2014).

El objetivo de esta investigación, fue implementar las herramientas de gestión de productividad en base a las técnicas de Lean Construction, para optimizar los procesos de los trabajos estructurales para edificación de viviendas. La investigación es cuantitativa, descriptiva y estudio de caso; se utilizaron como instrumento la observación mediante fichas de campo, toma de datos y mediciones para el diagnóstico interno actual de la empresa. En conclusión, para el análisis de la obra, se utilizó las herramientas de lean Construction como el nivel general de actividad realizar el muestreo de los trabajos como productivo (TP), contributorio (TC) y no contributorio (TNC), se consiguió los siguientes resultados del estudio TP 35%, TC 41% y TNC 24%. La planificación de la construcción estaba establecida mediante el cronograma de obra y la programación semanal de las actividades, eran definidos por el conocimiento del equipo técnico. Se comprueba que con el uso y práctica de las herramientas de planificación y control de la Lean Construction en la obra, se incrementó el trabajo productivo a 44%, por lo tanto

si gestionamos los trabajos contributorios y se reduce algunos trabajos no contributorios, nos permite llegar a niveles superiores de productividad, es necesario la utilización responsable de las herramientas planteadas en esta investigación, durante la etapa de ejecución del proyecto así como el desarrollo y optimización de los procesos constructivos.

- 3) Como tercer antecedente nacional se ha encontrado la investigación, para obtener el grado de Maestro en ingeniería civil con mención en Dirección de Empresas de la Construcción de la Universidad César Vallejo: **“APLICACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN, HUANCVELICA, 2017”**, (Quispe, 2017).

El objetivo de esta investigación, fue determinar la influencia de la aplicación de las técnicas de Lean Construction en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, la investigación es de tipo explicativo; corte transversal; tipo de estudio experimental; diseño cuasi experimental; se ha empleado una población muestral no probabilístico, definido por dos grupos, a los cuales se les aplico mediante técnica de la encuesta, a través de un cuestionario con 20 preguntas dirigidas, la recolección de datos se aplicó la técnica de la observación de campo y el análisis de documentación.

Como conclusión se comprueba que la aplicación del nivel general de actividad de obra, influye significativamente en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, obtenido del grupo experimental con un p-valor calculado inferior ( $0.044 < \alpha=0.05$ ) al valor del nivel de significancia 0.05 y  $t = -2.301$ .

Segundo. Se comprueba la hipótesis específica número 2, la aplicación del nivel de carta de balance de cuadrilla, influye significativamente en la

productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, obtenido del grupo experimental con un p-valor calculado inferior ( $0.010 < \alpha=0.05$ ) al valor del nivel de significancia 0.05 y  $t = -3.162$ .

Tercero. Se comprueba la hipótesis específica número 3, La aplicación de la prueba de cinco minutos, influye significativamente en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, obtenido del grupo experimental con un p-valor calculado inferior ( $0.017 < \alpha=0.05$ ) al valor del nivel de significancia 0.05 y  $t = -2.875$ .

## **2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS**

### **➤ LEAN CONSTRUCTION (CONSTRUCCIÓN LEAN)**

Lean construction es una filosofía basada en los conceptos de lean production, orientados hacia la administración de la producción en construcción. Introduce principios que cambian la forma de realizar la optimización de la productividad, enfocando su objetivo en concebir flujos de trabajo confiables y sin pérdidas de valor, permitiendo generar coordinación entre actividades, manejar un proyecto como un sistema de producción y estrechar la colaboración entre los participantes de los proyectos.

Según (Koskela, 1992) expone que cambiando el paradigma que el sistema Lean no era posible implementarlo en la industria de la construcción. Lean Construction apunta a comprender y gestionar las variables asociadas a cada una de las actividades del proyecto con el objetivo de mejorar la productividad, calidad y administración.

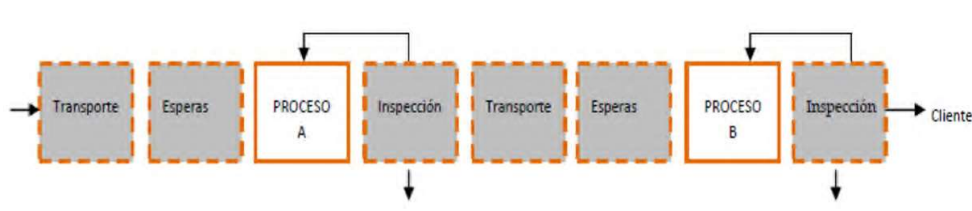
Orígenes del concepto lean construction. (Ballard y Howell, 1998) consideran que el pensamiento Lean, es una nueva forma de administrar la construcción y aplica las técnicas de manufactura a la construcción, tratando de

lograr mayor estandarización a los proyectos, considerando la dinámica existente de la construcción.

(Ballard y Howell, 1998) explica que la administración de la construcción bajo el pensamiento Lean, es diferente de la práctica habitual ya que:

- Se tienen claros los objetivos de los procesos.
- Contribuye a maximizar el desempeño del cliente en el proyecto.
- Se diseña el producto y el proceso.
- Aplicar el control de la producción durante todo el ciclo del proyecto.

(Koskela, 1992) explica el nuevo concepto de la producción mediante el flujo de materiales y/o información desde las materias primas hasta el producto final. En este flujo, el material es procesado o transformado, inspeccionado, permanece en espera o en movimiento. Estas actividades son inherentemente diferentes. El procesamiento representa el aspecto de transformación de la producción, en cambio, la inspección, el movimiento, y la espera representan el aspecto de flujo de la producción.



**Figura 1. Diagrama de flujo del concepto de producción**

Fuente: (Koskela, 1992)

La nueva conceptualización implica una visión dual de producción, que consiste en transformaciones y flujos. La eficiencia de la producción es atribuible a la eficiencia de las actividades de transformación y a la eficiencia de los flujos de actividades (a los que pertenecen las actividades de transformación). Todas las actividades implican costos y consumen tiempo, pero es importante distinguir aquellas actividades que agregan valor y las que no lo hacen.



(Koskela, 1992) explica que la filosofía Lean Construction logra captar las peculiaridades de los sistemas productivos en la industria de la construcción, proponiendo diferentes herramientas para enfrentar acertadamente el dinamismo, la variabilidad, y la temporalidad de los proyectos.

*Filosofía tradicional versus el nuevo concepto de construcción*

	<b>Concepto tradicional de producción</b>	<b>Nuevo concepto de la producción</b>
<b>Objetivo</b>	Afecta a los productos y servicios.	Afecta a todas las actividades de la empresa.
<b>Alcance</b>	Actividades de control.	Gestión, asesoramiento, control.
<b>Modo de aplicación</b>	Impuesto por la dirección.	Por convencimiento y participación.
<b>Metodología</b>	Detectar y corregir.	Provenir.
<b>Responsabilidad</b>	Del departamento de calidad.	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
<b>Clientes</b>	Ajenos a la empresa.	Internos y externos
<b>Conceptualización de la producción</b>	La producción está compuesta por una serie de actividades de conversión que todas añaden valor al producto.	La producción está compuesta por actividades que no agregan valor de los flujos
<b>Control de producción</b>	Dirigido al costo de las actividades.	Dirigido al tiempo, costo y valor de los flujos
<b>Mejoramiento</b>	Incremento de la eficiencia de las conversiones a través de la utilización de nueva tecnología.	Eliminación de las actividades que no agregan valor (perdidas), incrementando la eficiencia de las actividades que lo generan, a través del mejoramiento continuo y la implementación de la nueva tecnología.

**Figura 2. Aplicación de la nueva producción filosófica de la construcción**

Fuente: (Koskela, 1992)

➤ **MODELO TRADICIONAL**

(Pons Achell, 2014), indica que el método tradicional de ejecución de proyectos que se conoce como licitación – construcción, y que generalmente tiene como metodología de implementación la ruta, diseño – licitación – construcción, presenta deficiencias. Los problemas comunes para este modelo son:

- Falta de comunicación entre los involucrados en el desarrollo del proyecto.
- Escasa formación y experiencia en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obras.

- Control de calidad ineficaz basados en métodos estadísticos que están lejos de garantizar el ciento por ciento de la calidad.
- Escaso rigor en el cumplimiento de las medidas de seguridad.
- Falta de interés en la formación y capacitación de trabajadores.

Las principales consecuencias de estas deficiencias se ven reflejadas en un excesivo número de accidentes laborales, ejecución de obras fuera de plazo, sobrecostos, reclamaciones derivadas de la escasa calidad y, en general, incertidumbre y variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del contrato.

### ➤ **LOS PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION**

El pensamiento Lean contempla los siguientes principios básicos que fueron definidos por (Koskela L. , 2002), para las etapas de diseño y control de la producción.

(Linker, 2006) definió los 14 principios del Sistema de Producción Toyota. A continuación, describimos estos principios básicos del pensamiento Lean, más la transparencia, la capacitación y la mejora continua:

#### **A. Identificar actividades que no agregan valor**

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

#### **B. Incrementar el valor del producto**

Los beneficios obtenidos de eliminar las perdidas en general deben enfocarse en incrementar el valor del producto para el cliente final, esto se puede lograr poniéndonos en perspectiva del cliente y haciendo que nuestro producto iguale y en el mejor de los casos supere las expectativas que estos tienen sobre el producto.

### **C. Reducir la variabilidad**

La variabilidad afecta negativamente todos los ámbitos de la producción y también es algo negativo para el cliente, por lo cual es importante la reducción de la variabilidad para evitar problemas con las programaciones y la satisfacción del cliente.

### **D. Reducción del ciclo de producción**

El tiempo que dura un ciclo de producción se puede reducir con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, la cual nos dice que si dividimos nuestra producción (lote de producción) en lotes pequeños (lotes de transferencia) que vamos transfiriendo de proceso a proceso, nuestro ciclo tendrá una duración menor que si introducimos todo el lote a un proceso y esperamos a que todo el paquete esté listo para llevarlo al siguiente proceso o actividad.

### **E. Simplificación de procesos**

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

### **F. Incrementar la transparencia en los procesos**

La transparencia es un estímulo muy importante para todos (subcontratistas, proveedores de primer nivel, ensambladores, distribuidores, consumidores y empleados) ya que al tener acceso a más información resulta más fácil descubrir mejores metodologías para la creación de valor. Además, se produce un feedback casi instantáneo y altamente positivo para los empleados que hacen mejoras, un rasgo clave del trabajo Lean y un estímulo poderoso para seguir haciendo esfuerzos por mejorar.

La descentralización en la toma de decisiones a través de la transparencia y la potenciación de habilidades, significa proporcionar a los participantes del

proyecto información sobre el estado de los sistemas de producción, dándoles el poder de tomar acción.

### **G. Capacitación**

Lean exige por parte de todos los empleados de la cadena o flujo de valor que haya una atención continua para mantener el flujo y eliminar el desperdicio. Para lograr este objetivo debemos entregar a los empleados la información correcta de manera puntual y darles la autoridad para solucionar los problemas y trabajar en la mejora continua.

Esta búsqueda de la perfección no puede lograrse solo a través del trabajo de los gerentes; todos los empleados deben estar comprometidos y capacitados para atender las demandas de los clientes, crear más valor, eliminar desperdicio e incrementar la rentabilidad del negocio. Hay un nuevo y poderoso potencial para una mejora radical cuando estos trabajadores capacitados trabajan de manera colaborativa con sus compañeros a través de toda la cadena de valor.

### **H. Mejora continua**

Este principio está basado en la filosofía japonesa Kaisen, esta se basa en la identificación de las causas de no cumplimiento de las actividades para tratar.

### **➤ CONTROL DEL PROCESO EN TODO EL PROYECTO**

La utilización del Lean Construction tiene como base tres principios básicos:

- Maximizar la producción
- Minimizar las pérdidas
- Dar un valor agregado al producto final
- Para poder realizar estos principios se deberá de tener un control permanente en los procesos constructivos a ejecutar, según lo programado en el tren de actividades.
- Los proyectos que utilicen técnicas tradicionales se encontrarán en desventaja frente a los proyectos que sí apliquen un proceso constructivo rediseñado, ya

que con esta última logrará disminuir la variabilidad y también se podrá aplicar una correcta medición del desempeño.

➤ **IMPLEMENTACION DE LEAN CONSTRUCTION**

(Porraz Díaz , 2014), nos dice que Lean Construction no debe ser concebido como un modelo o sistema en el cual solo se siguen unos pasos, sino como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción.

Una de estas herramientas “Lean” es la denominada Last Planner System o como se conoce actualmente en Latinoamérica Sistema del Ultimo Planificador (SUP), desarrollada por Glenn Ballard y Greg Howell, con el objetivo de mejorar el proceso de programación de obra proponiendo la renovación del concepto de planificación de obra tradicional, en donde las actividades que se espera ejecutar son mayores que las que se pueden realmente hacerse en obra.

Lo que hace el SUP es considerar el conjunto de actividades que realmente pueden hacerse de una manera más específica para controlar más de cerca los impedimentos que eviten la ejecución de estas en obra, de esta forma la probabilidad de que las actividades programadas se lleven a cabo son muy altas y como consecuencia la incertidumbre de no poderlas hacer disminuye y se evitan retrasos en la realización de los trabajos en obra.

Como parte del desarrollo de la filosofía Lean Construction en el marco de crear herramientas Lean para la mejora de la gestión en los proyectos de construcción, se crea el modelo de gestión LPDS (*Lean Project Delivery System*) o sistema de entrega de proyectos Lean, cuya misión es desarrollar el mejor camino posible para diseñar y construir infraestructuras.

LPDS fue desarrollado para abarcar todo el ciclo de vida de los proyectos desde el inicio hasta la entrega, y propone gestionar los proyectos de construcción

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

#### ➤ **MEDICION DEL DESEMPEÑO EN OBRA**

Hacer la medición del desempeño en la obra es imprescindible, ya que de acuerdo a los valores obtenidos en él, se puede cuantificar las cuadrillas y el trabajo que se le asigne a cada una de ellas.

Otro aporte que tiene la medición del desempeño en obra es el de minimizar las tareas que no agregan valor y maximizar las que sí lo generan lo cual será positivo, ya que esto hará que los niveles de productividad se incrementen volviendo el proceso más eficiente.

Sin embargo, a pesar de que su uso sea positivo existen algunas razones que entorpecen poder obtenerlas:

(Botero, Ramírez, & Álvarez, 2007), a veces los indicadores de desempeño resultan ser un problema para las empresas, lo cual se debe a no considerar la estrategia empresarial y los factores críticos del negocio.

Existen gerentes que pierden el objetivo de la realización de estas mediciones, el cual es poder tener una conversación de las metas e incentivar el aprendizaje a través de ellas y no evaluar el comportamiento de personas. La toma de decisiones en algunas empresas lo realizan a través de la intuición.

(Botero, Ramírez, & Álvarez, 2007), se deberán de plantear cuáles serán los indicadores a seguir en la medición, de tal modo que se logre que la información sea clara, este bien definida y la información recogida se vuelva confiable.

Para poder realizar de forma óptima la medición de desempeño en campo, primero se deberá de realizar un análisis del trabajo a ejecutar y subdividir las tareas en otras más pequeñas, lo cual permitirá poder detallar más el trabajo y por lo tanto hacerlo más confiable en la asignación de los recursos a utilizar, también se podrá asignar un responsable de cada actividad y formalizar los requisitos y resultados obtenidos.

La correcta aplicación de esta herramienta podrá ayudar a que se logre un desenvolvimiento óptimo del proyecto.

#### ➤ **HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION**

El Lean Construction cuenta con distintas herramientas las cuales permitirán tener una mejor gestión en el desarrollo de la obra, ya que ella nos permite poder controlar el avance de la obra durante la ejecución de la misma, haciendo comparaciones entre lo inicialmente programado y el avance real efectuado.

Esta herramienta permitirá desarrollar diferentes tipos de cronogramas los cuales servirán de guía y permitirán controlar el avance de la obra.

Por otro lado, la aplicación de las herramientas de Lean Construction también permitirá dar a conocer los factores de incumplimiento y las acciones correctivas. Así como también, realizar mediciones en campo que muestren el modo de trabajo que se lleva a cabo y los niveles de productividad de la obra.

#### ➤ **REGLAMENTO DE METRADOS DE OBRAS DE EDIFICACION**

Norma técnica especializada, donde se establece de manera uniforme el metrado de una obra de edificación o habilitación urbana, incorpora una codificación técnica para la facilidad el uso por parte de los profesionales encargados de elaborar los presupuestos.

### ➤ **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

Es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación.

## **2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS**

### ➤ **PRODUCTIVIDAD**

La productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello, también es visto como los resultados de este monitoreo. Siendo esta una medida de eficiencia y efectividad, puesto que mediante la productividad se puede determinar la forma en que se administra un determinado proyecto. Las HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION, brindan formas y formatos que facilitan una mejor gerencia de control de proyectos.

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

Un sistema o un proceso es más eficiente cuanto menos recurso consuma para obtener un resultado dado. Así, un indicador de productividad podría ser la cantidad de m<sup>2</sup> construidos por S/. gastados ó el número de viviendas por la cantidad de dinero invertida para la construcción de estas viviendas. (Brioso, 2015)

### ➤ **ENTREGA**

Utiliza conceptos de diseño simultáneo: Coordinación entre ingeniería y construcción. No previene iteraciones que producen pérdidas, aun con el empleo de la constructibilidad.



➤ **VALOR**

Para el cliente es definido, creado y entregado lo largo de la vida del proyecto. El dueño define completamente los requerimientos al inicio y a la entrega final, a pesar de los cambios en las nuevas tecnologías, economía y mercado que puedan surgir.

➤ **COORDINACIONES**

A través de “jalar” para generar un flujo continuo Aquí se trata de empujar para cumplir con los cronogramas. Las coordinaciones recaen sobre una sola persona y no sobre un equipo.

➤ **RENDIMIENTO**

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

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{ESFUERZOS/RESULTADOS}}{\text{RECURSOS EMPLEADOS/CANTIDAD PRODUCIDA}}$$

Así, ejemplos de indicadores de rendimiento (o ratios) pueden ser: hh/m<sup>2</sup>, bls/m<sup>3</sup>, etc. Los ejemplos antes mencionados son a la vez indicadores operacionales específicos, ya que sirven para tomar decisiones de mejoramiento operacional y se refieren a algún proceso productivo específico que se desea medir. (Brioso L. 2015).

➤ **PÉRDIDAS**

Se considera pérdidas, como aquellas actividades que, produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a la obra. Estas pérdidas se miden en función de sus costos, incluyendo el de oportunidad. (Alarcon 2002).

## ➤ FACTORES DE INCIDENCIA NEGATIVA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

(Botero, 2004), explica que la incidencia sobre la baja productividad en los trabajadores son los siguientes:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Ejecución de obra con diseños incompletos.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).
- Alta rotación de trabajadores.
- Ausentismo de los trabajadores.
- Pobres condiciones de seguridad industrial que generan altas tasas de accidentes.
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo.
- Disputas entre cuadrillas.
- Distribución inadecuada de los materiales en obra.
- Falta de materiales requeridos.
- Falta de suministros de equipos y herramientas.
- Pobre mantenimiento de los equipos.
- Dificiles condiciones de acceso de la obra por su ubicación.
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo.
- Excesivo control de calidad.
- Exceso de tiempo en la toma de decisiones.
- Interrupciones no planificadas ni controladas (refrigerios de trabajadores, ida a servicios sanitarios).
- Características de duración y tamaño de la obra que no motivan al personal.
- Algunas horas de día y días de la semana que causan variaciones en el desempeño de la mano de obra (comienzo y final de la semana, final del día, mediodía).
- Clima y condiciones adversas en la obra.

## ➤ **FACTORES DE INCIDENCIA POSITIVA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD**

(Botero, 2004), explica que la incidencia positiva sobre la productividad en los trabajadores son los siguientes:

- Programa permanente de capacitación de la mano de obra.
- Programa de seguridad industrial en la obra.
- Buenas disposiciones de los materiales en el sitio de trabajo.
- Utilización de técnicas de planificación por los administradores de obra.
- Utilización de partes prefabricados y estandarización de elementos.
- Utilización de ayudas computacionales (Uso de software para construcción).
- Búsqueda permanente de Motivación a los trabajos.
- Revisión de diseños para una ejecución más simple.
- Buena supervisión de los trabajadores.
- Sana competencia entre las cuadrillas.
- Estudios de tiempos y métodos de las actividades.
- Aplicación de herramientas de la Ingeniería Industrial a la construcción.
- Uso de incentivos en contratos de obra.
- Utilización eficiente de los subcontratistas.

## ➤ **TRABAJO O TIEMPO PRODUCTIVO (TP)**

Trabajo que aporta en forma directa a la producción.

## ➤ **TRABAJO O TIEMPO CONTRIBUTORIO (TC)**

Trabajo de apoyo. Debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, pero no aporta valor.

## ➤ **TRABAJO O TIEMPO NO CONTRIBUTORIO (TNC)**

Cualquier actividad que no genere valor y que entre en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. HIPÓTESIS**

#### **3.1.1. Hipótesis general**

La aplicación de las herramientas Lean Construction permitirá mejorar de manera eficiente el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.

#### **3.1.2. Hipótesis específicas**

##### **3.1.2.1. Hipótesis específica 1**

La implementación de una propuesta de gestión, mediante el uso de adecuados procedimientos y formatos, que estén enmarcados dentro de la filosofía Lean Construction, permitirá mejorar el control de la productividad en obra, de manera ordenada y estructurada, en los proyectos de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.

##### **3.1.2.2. Hipótesis específica 2**

La gestión de la productividad mediante el uso de métodos tradicionales, es de bajo nivel, en los proyectos de edificación de la provincia de Tacna en el período 2019.

## **3.2. VARIABLES E INDICADORES**

### **3.2.1. Identificación de la variable independiente (X)**

Herramientas Lean Construction

#### **3.2.1.1. INDICADORES**

**Indicador 1** : Nivel general de actividad de obra (NGA)

**Indicador 2** : Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB)

**Indicador 3** : Prueba de los cinco minutos (P5M).

Técnicas e instrumentos de obtención de datos:

- Encuestas aplicadas a ingenieros con experiencia, para identificar el estado situacional, las condiciones y procedimientos en la gestión de productividad en los procesos constructivos en proyectos de edificación
- Formatos (NGA, NCB Y P5M) para recolección de datos de la productividad en obras de edificación que se están ejecutando en la provincia de Tacna durante el año 2019.

### **3.2.2. Definición de la variable dependiente (Y)**

Productividad

#### **3.2.2.1. INDICADORES**

**Indicador 1:** Cumplimiento de los rendimientos

**Rendimiento.**

En general se usan indistintamente las palabras rendimiento y productividad, sin embargo, es importante aclarar que el rendimiento es definido como la inversa de la productividad, es decir cantidad de recursos usados para realizar una unidad de producción.

**Indicador 2:** Cumplimiento de la programación de obra

**Programación.**

Es una etapa que está dirigida a evaluar los planes de trabajo escogidos determinando el tiempo total que podría demorar la obra, el costo de ella y los recursos que serían necesarios utilizar para cumplir con las metas señaladas.

Técnicas e instrumentos de obtención de datos:

- Formatos para recolección de datos, a través de la observación de las actividades de campo
- Comparación y análisis de los datos recolectados en campo y la documentación de la obra en estudio.

### 3.3. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:**

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

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:**

**No experimental**, porque se realiza sin manipular deliberadamente los indicadores, lo que hace es observar tal y como se realiza las actividades desarrolladas.

### 3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según el fin de la investigación, esta será en la modalidad propositiva el que tiene como objetivo final realizar una propuesta para mejorar los procesos mediante la implementación de formatos Lean Construction.

### **3.5. ÁMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.5.1. Ámbito social**

Las encuestas, fichas y/o entrevistas se realizarán a Ingenieros con experiencia en la ejecución de proyectos de edificación, en la provincia de Tacna.

#### **3.5.2. Tiempo social**

El tiempo corresponde al año 2019, durante los meses de agosto a noviembre.

### **3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.6.1. Unidades de estudio**

La presente investigación comprenderá lo referente a la situación de la productividad. El área de influencia de la investigación, se enmarca dentro del departamento de Tacna.

#### **3.6.2. Población y muestra**

La población estuvo constituida por los ingenieros y arquitectos debidamente colegiados y habilitados en sus respectivos colegios profesionales de la ciudad de Tacna a noviembre del 2019. Según los datos obtenidos en estos colegios profesionales, la población asciende a 1272 ingenieros civiles y a 521 arquitectos, haciendo un total de 1793 profesionales que se desenvuelven en el ámbito de la construcción. Asimismo, para determinar el tamaño de la muestra se considera los siguientes criterios.

- Nivel de confiabilidad 95% ( $Z = 1,96$ ).
- Margen de error + 20,00% (e).
- Probabilidad de ocurrencia del fenómeno 50% (P).
- Tamaño de la población de 1 793 (N).

Para la determinación de la muestra se utilizó una ecuación de muestreo aleatorio simple. El tamaño de muestra se determinó por la ecuación utilizada para una población finita.

$$\text{Tamaño de Muestra} = \frac{p(1-p) \cdot Z^2 \cdot N}{D^2 \cdot (N-1) + p(1-p) Z^2}$$

Donde:

**Tabla 1 – Cálculo de la muestra**

N	Población	1 793	
p	Proporción de éxito	0,5	
Z	Nivel del Confianza	1,96	(95% de confianza)
D	Nivel de Precisión	0,20	(20%)
	MUESTRA	24	

Fuente: Elaboración propia

Entonces del cuadro anterior, el tamaño de la muestra considerando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 20% debido a que la muestra (profesionales ingenieros civiles y arquitectos), tiene que contar con característica específicas como es la experiencia en obras de edificación en la provincia de Tacna, tanto en entidades públicas y/o privadas, obteniéndose un resultado de 24 profesionales. Por lo que, de esta manera, el tamaño de la muestra que se consideró para la presente investigación fue de 30 profesionales que se desenvuelven en el sector construcción de edificaciones en la provincia de Tacna.

### **3.7. PROCEDIMIENTO, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **3.7.1. Procedimientos**

De la recolección de datos por encuestas, se sistematizará la información de acuerdo a la formulación del problema, de los objetivos y la hipótesis de la investigación.



### 3.7.2. Técnicas

Se realizará un muestreo de la realidad de la productividad en la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, para lo cual se tomará datos de 03 obras.

Se utilizará para la recolección de datos en campo:

- Un cronómetro en mano
- Formato del nivel general de actividades (NGA)
- Formatos de carta balance (NCB)
- Formatos de la prueba de 5 minutos (P5M).
- Conceptos de costos y presupuestos
- Estadística y gráficos de barras
- Se tendrá como documento base el expediente técnico del proyecto

### 3.7.3. Instrumentos para la recolección de los datos

Se utilizarán encuestas aplicadas a 30 profesionales con experiencia en la ejecución de proyectos de edificación, en la provincia de Tacna, para identificar de las condiciones y procedimientos utilizados actualmente.

Para verificar la productividad en la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, se ha utilizado los siguientes formatos:

- **Formato del nivel general de actividades (NGA):** Es un indicador que representa el nivel de productividad del personal, en función a los tiempos que demanda realizar un trabajo, clasificándolo en productivos, contributorios y no contributorios. Se puede trabajar con la carta balance, para la muestra de datos y con diagramas tipo pastel se visualiza los tiempos que usa cada trabajador en los diferentes trabajos a realizar. El resultado de esta prueba es el porcentaje de tiempo usado por el personal obrero en dichas actividades.

**NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD**

OBRA: \_\_\_\_\_  
FASE: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

MED.	ACTIVIDAD	TP	TC				TNC			
			1	2	3	4	1	2	3	4
1	Acero en Vigas									
2	Encofrado de verticales									
3	Habilitación para encofrado de verticales									
4	Encofrado de fondo de vigas									
5	Encofrado de losas									
6	Encofrado de losas									
7	Hab. De acero verticales									
8	Encofrado de verticales									
9	Acero en verticales									
10	Colocación de ladrillo									
11	Encofrado de tapas de viga									
12	Habb. Para encofrado de verticales									
13	Acero en verticales									
14	Encofrado de verticales									
15	Acero en verticales									
16	Vaceado de verticales									
17	Hab. De acero verticales									
18	Acero en verticales									

<div style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">TIEMPO CONTRIBUTORIO</div>	<div style="background-color: red; color: white; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">TIEMPO NO CONTRIBUTORIO</div>
1 _____	1 _____
2 _____	2 _____
3 _____	3 _____
4 _____	4 _____

**Figura 3. Formato del nivel general de actividades (NGA)**

Fuente: Elaboración propia

- **Formatos de carta balance (NCB):** (Serpell, 2002) se refiere en los términos siguientes:

- El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más inteligente.
- Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo que materializa las actividades de interés son la reasignación de tareas entre sus miembros y/o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.
- Para la aplicación hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:
- Observar y entender la actividad que se va a estudiar.
- Identificar a cada uno de los miembros de la cuadrilla, distinguiéndolos por ayudantes, oficiales y operarios.
- El intervalo de tiempo aconsejado de muestreo es de un minuto, con no menos de treinta observaciones (30 min.) o las que sean necesarias para observar dos ciclos seguidos completos como mínimo.

- La cuadrilla a observar podrá tener un máximo de 8 a 10 miembros.
- Es recomendable que se realice anotaciones adicionales de cómo se realizaba el trabajo, con qué materiales, herramientas o equipos, qué tipo de interrupciones hubieron, cuánto avanzó, etc.; así se obtiene mayor información de lo que sucede mientras se realizaba la medición y otros datos necesarios para optimizar la cuadrilla o flujo de recursos.

El procedimiento para la aplicación de esta herramienta es el siguiente:

- Antes de iniciar el muestreo se identifica los procesos que componen las diferentes categorías de trabajo: productivo, contributivo y no contributivo, y definirlos para la operación que se va a estudiar, y además asignarle a cada uno, una letra.
- Registrar en el formato de carta balance, minuto a minuto, las funciones de cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- Procesar los datos recogidos en una hoja de excel, graficando las barras de distribución del uso de tiempo en las diferentes actividades. Además, se puede distribuir porcentualmente el uso del tiempo para cada uno de los integrantes de la cuadrilla.

CARTA BALANCE:

NOMBRE DEL PROYECTO:

PARTIDA:

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

HORA:

TIEMPO PRODUCTIVO	
1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____
8	_____
9	_____
10	_____
TIEMPO CONTRIBUTORIO	
11	_____
12	_____
13	_____
14	_____
15	_____
16	_____
17	_____
18	_____
19	_____
20	_____
TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	
21	_____
22	_____
23	_____
24	_____
25	_____
26	_____
27	_____
28	_____
29	_____
30	_____

Figura 4. Formato carta balance (NCB)

Fuente: Elaboración propia

- **Formatos de la prueba de 5 minutos (P5M):** La prueba de los cinco minutos permite cuantificar las pérdidas de las actividades de construcción. Además, se puede identificar los tiempos característicos de toda actividad de construcción: Tiempos productivos (aquellos que le agregan valor a la actividad), tiempos contributivos (contribuyen a que se agregue valor) y no contributivos (pérdidas).

La prueba se realiza de la siguiente forma:

- El objetivo de la prueba es tomar durante 5 minutos el tiempo dedicado por un trabajador a actividades productivas, contributivas o no contributivas.
- La persona que realiza la medición debe contar con un cronómetro y un formato para registrar la información.
- La toma de la medición debe realizarse de forma aleatoria.

<b>Fecha:</b>		<b>Hora:</b>	
<b>Actividad:</b>		<b>Oficio:</b>	
<b>TIEMPO PRODUCTIVO:</b>		Observación:	
<b>TIEMPO CONTRIBUTORIO:</b>		Observación:	
<b>TIEMPO NO CONTRIBUTORIO:</b>		Observación:	

COMENTARIOS:

**Figura 5. Formato de la prueba de los 5 minutos (P5M)**

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO**

#### **4.1.1. Planificación y organización del trabajo en campo**

Para poder ver el diagnóstico situacional, se necesitó el uso de herramientas y procesos los cuales se detalla:

- Se elaboraron encuestas a profesionales responsables en la ejecución de proyectos de infraestructura en la ciudad de Tacna.
- El procesamiento de la información se realizó mediante software, para la determinación de los resultados.
- Se realizaron plantillas para la toma de datos en las obras, siendo estos formatos los del nivel general de actividades (NGA), de carta balance (NCB) y de la prueba de 5 minutos (P5M).

#### **4.1.2. Ejecución**

Para la ejecución se realizó de la siguiente manera:

- Se coordinó con los profesionales que se encuentran en ejecución o que ejecutaron obras de infraestructura en la ciudad de Tacna, se les entregó las encuestas de forma personal y/o de manera virtual.
- Se realizó los cuadros respectivos para visualizar los datos obtenidos.
- Se realizó los cuadros de los datos tomados en obra, para ver los tiempos productivos, contributorios y no contributorios.

### 4.1.3. Validación de las encuestas

Se validaron las encuestas mediante juicio de expertos (ver ANEXO 3), se consideró a 5 expertos quienes evaluaron el instrumento de medición de la siguiente manera:

**Tabla 2 - Calificación de los Instrumentos**

Porcentaje de Valoración	Valor de aplicabilidad
0% - 20%	Deficiente
21% - 40%	Regular
41% - 60%	Bueno
61% - 80%	Muy Bueno
81% - 100%	Excelente

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3 - Valoración de los expertos**

Juicio realizado por:	Nivel de la encuesta:
Experto 1	61%
Experto 2	78%
Experto 3	78%
Experto 4	75%
Experto 5	80%
<b>Promedio general</b>	<b>74.4%</b>

Fuente: Elaboración propia

De los análisis realizados, muestra que el promedio general de la encuesta, tiene un valor de 74.4%, que indica un valor de “Muy Bueno” para el instrumento utilizado.

## 4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

La información que se procesó, se presenta de la siguiente manera:

### ENCUESTA REALIZADA A PROFESIONALES (Tres partes):

- a) Análisis estadístico sobre los datos generales del encuestado
- b) Análisis estadístico sobre el conocimiento del problema
- c) Análisis estadístico sobre la propuesta

Cada una de estas partes se analizó de la siguiente manera:

- Formulación de la pregunta
- Tabla de frecuencia y porcentaje de encuestas
- Gráfico de porcentajes alcanzados
- Análisis e interpretación de los datos

#### **DATOS TOMADOS EN CAMPO:**

- a) Análisis de los datos tomados del nivel general de actividades (NGA).
- b) Análisis de los datos tomados de carta balance (NCB).
- c) Análisis de la prueba de 5 minutos (P5M).

### **4.3. RESULTADOS**

#### **4.3.1. Encuestas Realizadas a Profesionales**

##### **a) Análisis sobre los datos generales del encuestado**

##### **Pregunta 01:**

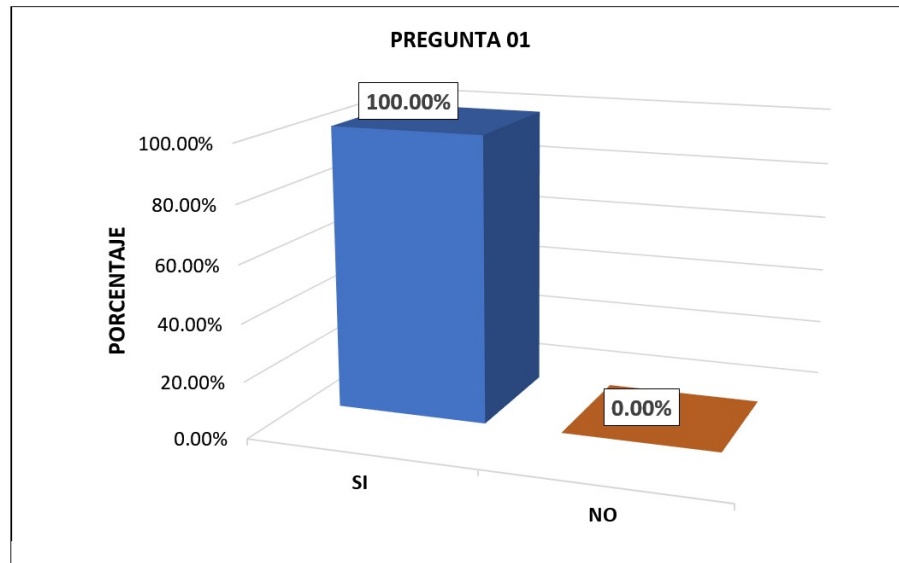
¿Ha participado en algún proyecto de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?

**Tabla 4 - Análisis de la pregunta #01 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	<i>30</i>	<i>100</i>
<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Total</i>	<i>30</i>	<i>100</i>

Fuente: Elaboración propia





**Figura 6. Resultados de la pregunta #01 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

De las 30 personas encuestadas, el 100% ha participado activamente en algún proyecto de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, a lo largo de su trayectoria profesional.

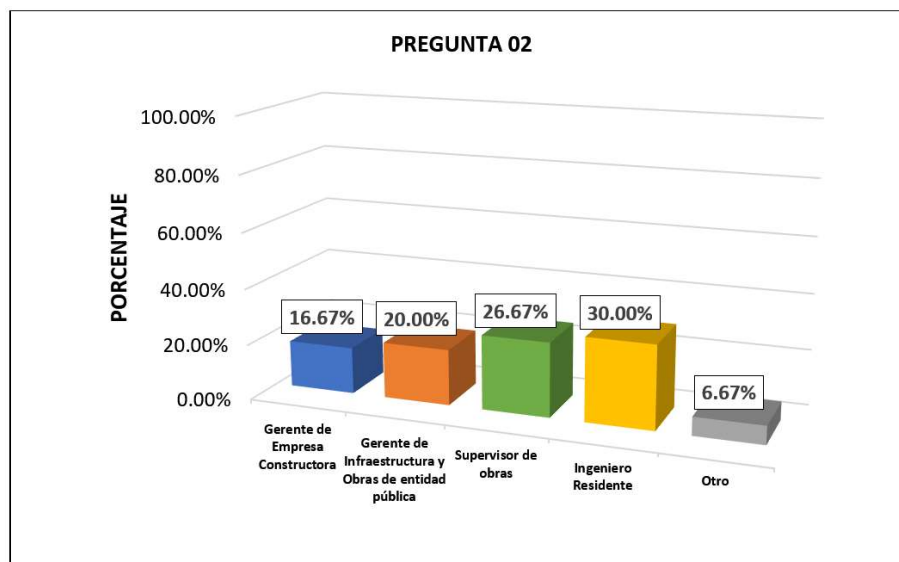
**Pregunta 02:**

¿Qué cargo ocupó como profesional?

**Tabla 5 - Análisis de la pregunta #02 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>Gerente de constructora</i>	5	16.67
<i>Gerente de Infraestructura y Obras</i>	6	20
<i>Supervisor de Obras</i>	8	26.67
<i>Ingeniero Residente</i>	9	30
<i>Otros</i>	2	6.67
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7. Resultados de la pregunta #02 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

### **Interpretación:**

De los profesionales encuestados, su participación en proyectos de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, según el cargo más alto que haya ocupado, este se ha distribuido de la siguiente manera:

- El **30.00%** ha participado como Residente de Obra.
- El **26.67%** ha participado como Supervisor de Obra.
- El **20.00%** ha participado como Gerente de Infraestructura y Obras de entidad pública.
- El **16.67%** ha participado como Gerente de Empresa Constructora.
- El **06.67%** ha participado en algún otro cargo como por ejemplo asistente técnico, ingeniero de control de calidad e ingeniero de seguridad.

De los resultados obtenidos, se indica que los profesionales que han ocupado los cargos más altos en proyectos de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, tales como Gerente de Infraestructura y Obras de entidad pública y el de Gerente de Empresa Constructora, son profesionales de mucha

experiencia y que, durante el desarrollo de su vida profesional, han ejercido también las funciones de Residente y/o Supervisor de Obra.

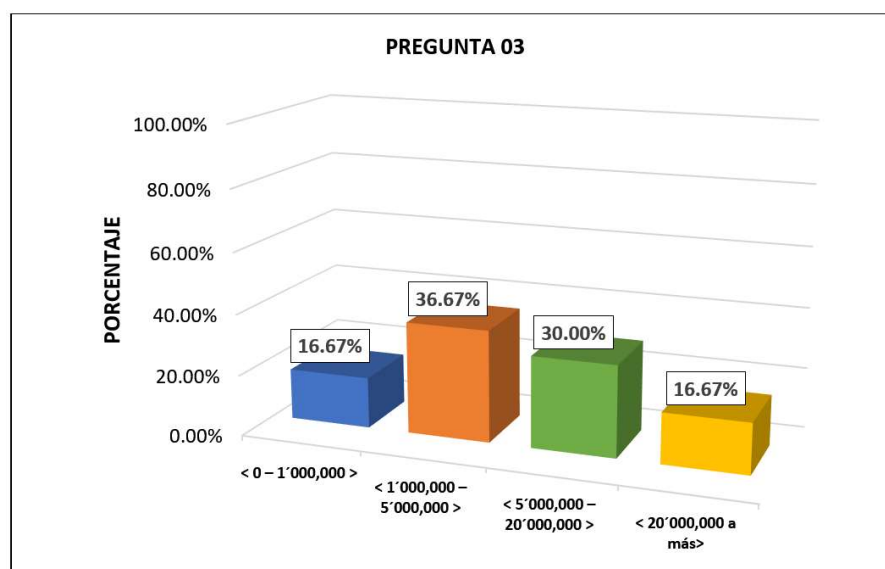
**Pregunta 03:**

Monto mayor de ejecución de obra de edificación en la provincia de Tacna, en la que haya participado. En Soles.

**Tabla 6 - Análisis de la pregunta #03 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>&lt;1,000,000</i>	<i>5</i>	<i>16.67</i>
<i>1,000,000-5,000,000</i>	<i>11</i>	<i>36.67</i>
<i>5,000,000-20,000,000</i>	<i>9</i>	<i>30</i>
<i>&gt;20,000,000</i>	<i>5</i>	<i>16.67</i>
<i>Total</i>	<i>30</i>	<i>100</i>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 8. Resultados de la pregunta #03 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

De los profesionales encuestados, su participación en proyectos de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, según el monto más alto que haya administrado, este se ha distribuido de la siguiente manera:

- El **36.67%** ha participado en obras entre 1'000,000 a 5'000,000 de Soles.
- El **30.00%** ha participado en obras entre 5'000,000 a 20'000,000 de Soles.
- El **16.67%** ha participado en obras de más de 20'000,000 de Soles.
- El **16.67%** ha participado en obras de hasta 1'000,000 de Soles.

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que la mayoría de profesionales con un 36.67%, ha administrado proyectos de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, por un monto entre 1'000,000 a 5'000,000 de Soles. Esto se debe a que, en nuestra región, son muy pocas las obras de gran envergadura que son ejecutadas.

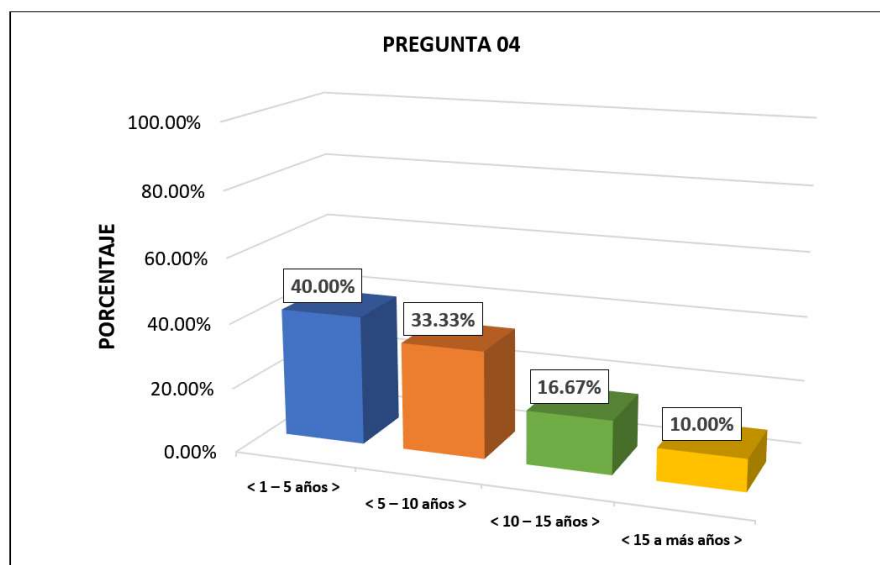
**Pregunta 04:**

¿Cuántos años de experiencia tiene trabajando en ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?

**Tabla 7 - Análisis de la pregunta #04 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>1 a 5 años</i>	<i>12</i>	<i>40</i>
<i>5 a 10 años</i>	<i>10</i>	<i>33.33</i>
<i>10 a 15 años</i>	<i>5</i>	<i>16.67</i>
<i>De 15 años a más</i>	<i>3</i>	<i>10</i>
<i>Total</i>	<i>30</i>	<i>100</i>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 9. Resultados de la pregunta #04 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

### **Interpretación:**

De los profesionales encuestados, en lo que se refiere a años de experiencia en su participación en proyectos de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, los resultados reflejan los siguiente:

- El **40.00%** tiene una experiencia entre 01 a 05 años.
- El **33.33%** tiene una experiencia entre 05 a 10 años.
- El **16.67%** tiene una experiencia entre 10 a 15 años.
- El **10.00%** tiene una experiencia de más de 15 años.

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que la mayoría de profesionales con un 40.00%, tiene una experiencia profesional en proyectos de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, de entre 01 a 05 años, estos profesionales más que nada se vienen desempeñando en el cargo de Residentes de Obra. Seguido por un 33.33%, con profesionales con una

experiencia entre 05 a 10 años, que se desempeñan más que nada en el cargo de Supervisor de Obra.

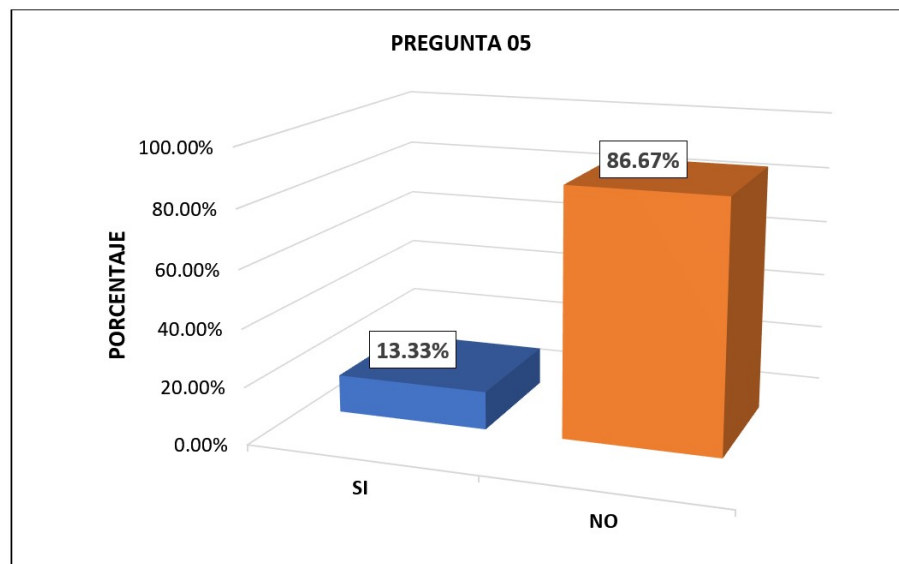
**Pregunta 05:**

¿Usted o su empresa cuenta con algún sistema de gestión, estándares internacionales o metodologías como el BIM, LEAN PRODUCTION, PMBOK, PRINCE2, 5S u otros?

**Tabla 8 - Análisis de la pregunta #05 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	4	13.33
<i>NO</i>	26	86.67
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 10. Resultados de la pregunta #05 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

En lo referente a que, si cuentan con algún sistema de gestión, estándares internacionales o metodologías como el BIM, LEAN PRODUCTION, PMBOK, PRINCE2, 5S u otros, los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El **86.67%** - “**NO**” cuenta con alguna de estas herramientas.
- El **13.33%** - “**SI**” cuenta con alguna de estas herramientas.

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 86.67% de los profesionales encuestados y las empresas en la que laboran, “**NO**” cuentan con algún sistema de gestión, estándares internacionales o metodologías como el BIM, LEAN PRODUCTION, PMBOK, PRINCE2, 5S u otros. Evidenciándose una carencia y falta de implementación del tipo de herramientas propuestas en el presente trabajo de investigación.

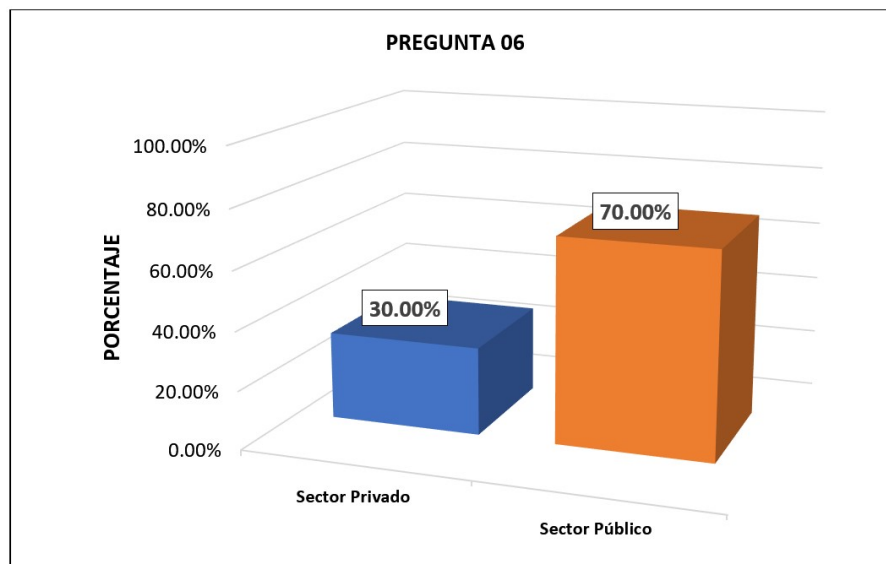
**Pregunta 06:**

¿De la pregunta anterior, su respuesta se enmarca dentro de las obras de edificación, para el sector pública o privado?

**Tabla 9 - Análisis de la pregunta #06 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	9	30
<i>NO</i>	21	70
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 11. Resultados de la pregunta #06 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

### **Interpretación:**

Esta pregunta se enlaza a la pregunta anterior, pidiendo una aclaración adicional, si el profesional se desempeña en una entidad pública o empresa privada, en lo que se refiere a si esta cuenta con algún sistema de gestión, estándares internacionales o metodologías como el BIM, LEAN PRODUCTION, PMBOK, PRINCE2, 5S u otros. Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El **70.00%** - **“ENTIDAD PÚBLICA”**.
- El **30.00%** - **“EMPRESA PRIVADA”**.

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 70.00% de los profesionales encuestados laboran o se desempeñan en entidades públicas y el otro 30.00% en empresas privadas. Como se mencionó esta respuesta se enlaza con la anterior, donde se indicaba que el 86.67% de las empresas, **“NO”** cuentan con algún sistema de gestión, estándares internacionales o metodología como el BIM, LEAN PRODUCTION, PMBOK, PRINCE2, 5S u otros. Por lo que ya se va



evidenciando que la principal carencia de las herramientas propuestas son las entidades públicas.

## b) Análisis sobre el conocimiento del problema

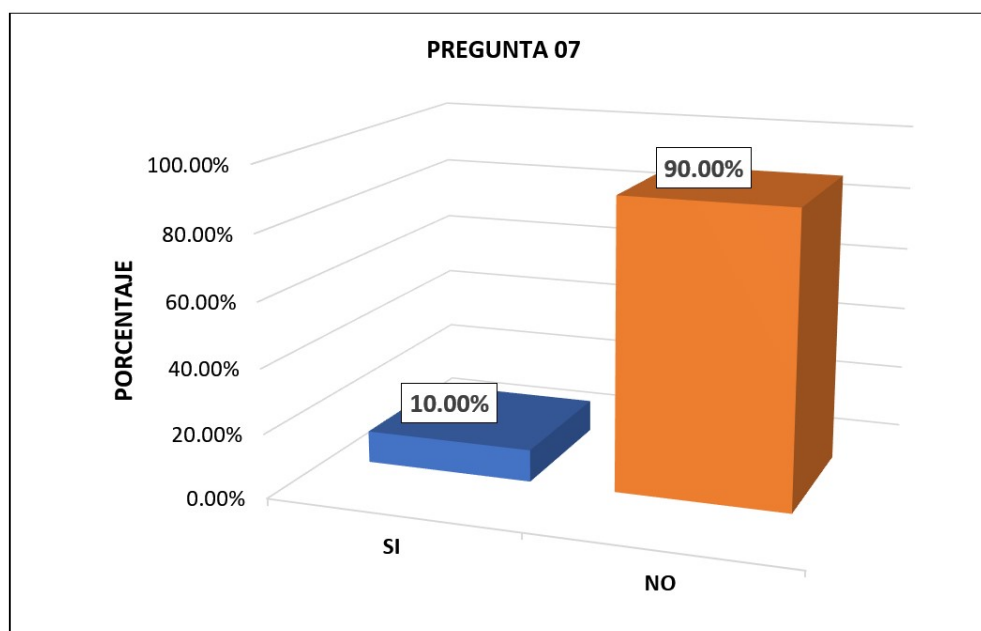
### Pregunta 07:

¿Usted, cree que lo que indica la Normativa de la Ley de Contrataciones del Estado y de las diversas Directivas propuestas por las Entidades (Sector Público en la provincia de Tacna) son suficientes para desarrollar un adecuado control de la productividad en los procesos constructivos de obras, en lo referente al cumplimiento del presupuesto y del plazo establecido?

**Tabla 10 - Análisis de la pregunta #07 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	3	10
<i>NO</i>	27	90
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



### **Figura 12. Resultados de la pregunta #07 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

#### **Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El 90.00% - “NO”
- El 10.00% - “SI”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 90.00% de los profesionales encuestados, indican que lo estipulado en las actuales normas y directivas de las entidades públicas, no son suficientes para desarrollar un adecuado control de la productividad en los procesos constructivos de obras, en lo referente al cumplimiento del presupuesto y del plazo establecido.

Este resultado refuerza la necesidad e implementar herramientas de control de la productividad sobre todo en las entidades públicas, que se enmarquen dentro de una filosofía confiable internacional ya probada, como en el caso de las herramientas de LEAN Construction.

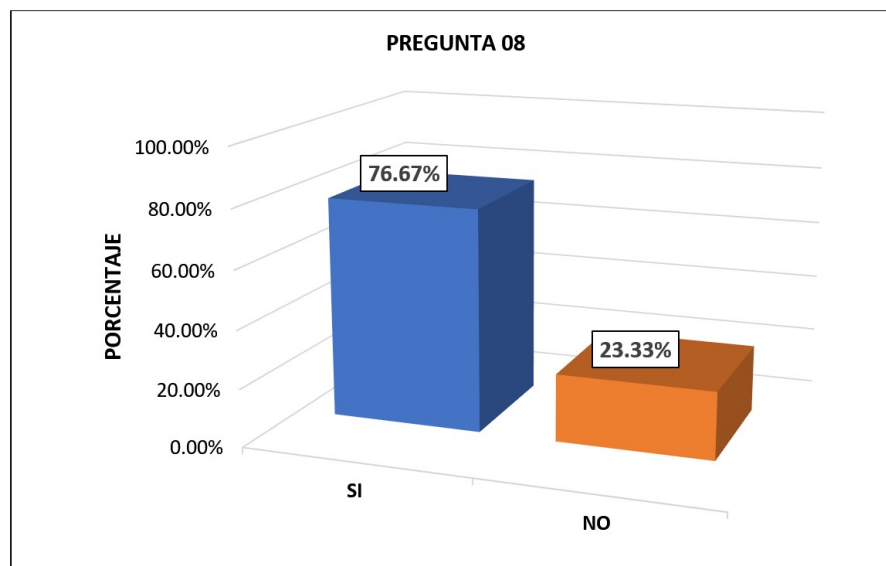
#### **Pregunta 08:**

¿Usted o su empresa constructora cuenta con métodos y procedimientos para el control del cronograma y/o ejecución de obras de edificación?

**Tabla 11 - Análisis de la pregunta #08 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	23	76.67
<i>NO</i>	7	23.33
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 13. Resultados de la pregunta #08 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

### **Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El 76.67% - “SI”
- El 23.33% - “NO”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 76.67% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, su empresa constructora cuenta con métodos y procedimientos para el control del cronograma y/o ejecución de obras de edificación.

Sin embargo, de lo conversado con los profesionales encuestados, ellos indican que al procedimiento a que se refieren, es más que nada el cronograma de obra y su correspondiente diagrama GANTT. Pero este método de control ha demostrado ser ineficaz e insuficiente y prueba de ello es que la mayoría de obras de edificación en la provincia de Tacna, presentan retrasos, razón por la cual se hace necesaria la solicitud de ampliaciones de plazo para poder alcanzar las metas establecidas. Nuevamente esto es más recurrente en las obras administradas por la Entidades Públicas.

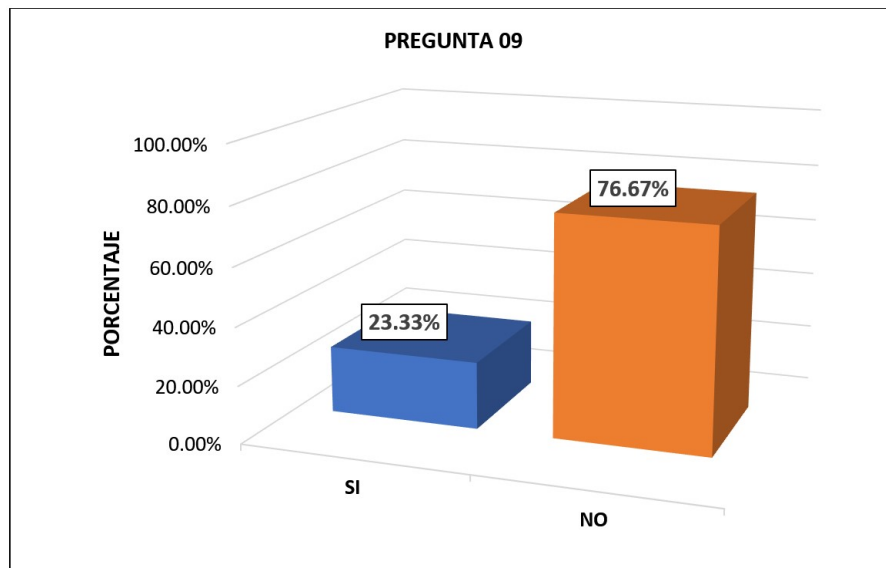
**Pregunta 09:**

¿Usted o su empresa consultora cuenta con indicadores de gestión de calidad en la ejecución de obras de edificación?

**Tabla 12 - Análisis de la pregunta #09 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	7	23.33
<i>NO</i>	23	76.67
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 14. Resultados de la pregunta #09 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El 76.67% - “NO”
- El 23.33% - “SI”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 76.67% de los profesionales encuestados, indican que “NO”, cuentan con indicadores de gestión de calidad en la ejecución de obras de edificación. Por lo que se hace necesario implementar herramientas de control de la productividad, como son las que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la gestión, tanto en las entidades públicas, como en las empresas privadas.

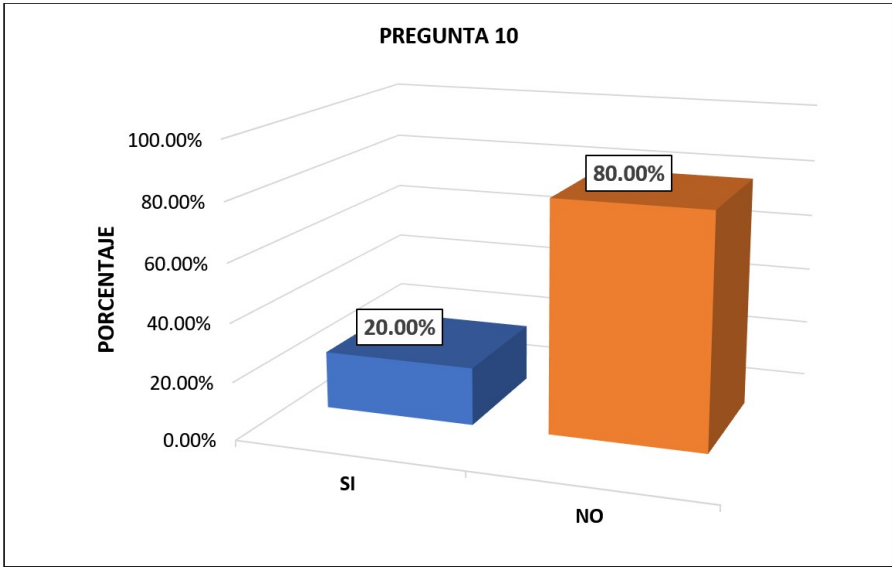
**Pregunta 10:**

¿Usted o su empresa consultora cuenta con alguna técnica, herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación?

**Tabla 13 - Análisis de la pregunta #10 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	6	20
<i>NO</i>	24	80
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 15. Resultados de la pregunta #10 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El **80.00%** - “NO”
- El **20.00%** - “SI”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 80.00% de los profesionales encuestados, indican que “NO”, cuentan con alguna técnica, herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación. Por lo que se hace necesario implementar herramientas de control de la productividad, como son las que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación, tanto en las entidades públicas, como en las empresas privadas.

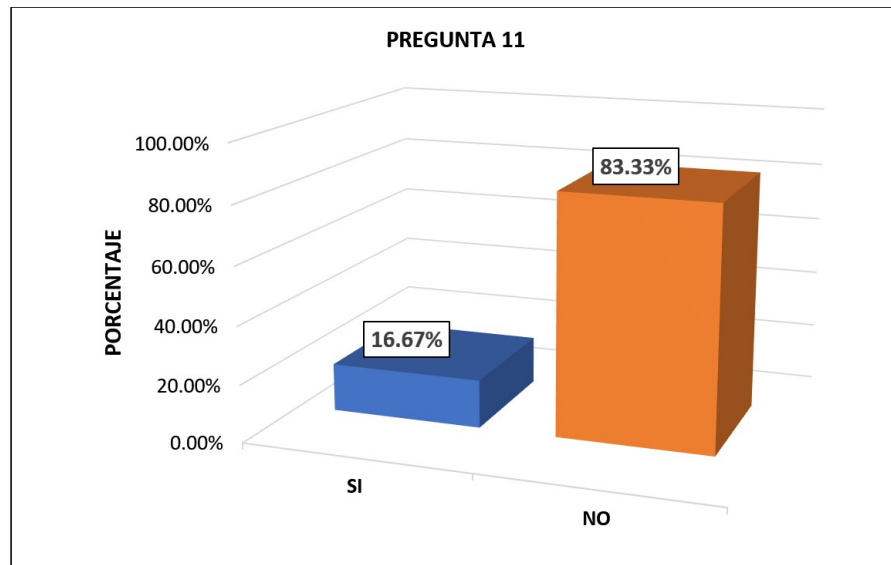
**Pregunta 11:**

Durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, existe un sin número de trámites administrativos, tanto con las Entidades (clientes), así como con las empresas contratistas (Proveedor) ¿Cuenta usted o su empresa con algún plan de gestión documental?

**Tabla 14 - Análisis de la pregunta #11 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	5	16.67
<i>NO</i>	25	83.33
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 16. Resultados de la pregunta #11 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El **83.33%** - “**NO**”
- El **16.67%** - “**SI**”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 83.33% de los profesionales encuestados, indican que “**NO**”, cuentan con algún plan de gestión documental. Por lo que se evidencia que, se haría necesario también implementar un plan de gestión documental, enmarcado dentro de alguna filosofía de gestión internacional, con la finalidad de ayudar a mejorar la gestión documentaria de las obras de edificación en la provincia de Tacna, tanto para las entidades públicas, como para las empresas privadas. Lo cual agilizaría enormemente la comunicación entre las diferentes partes implicadas y por consecuencia también repercutiría positivamente en la productividad de las obras.

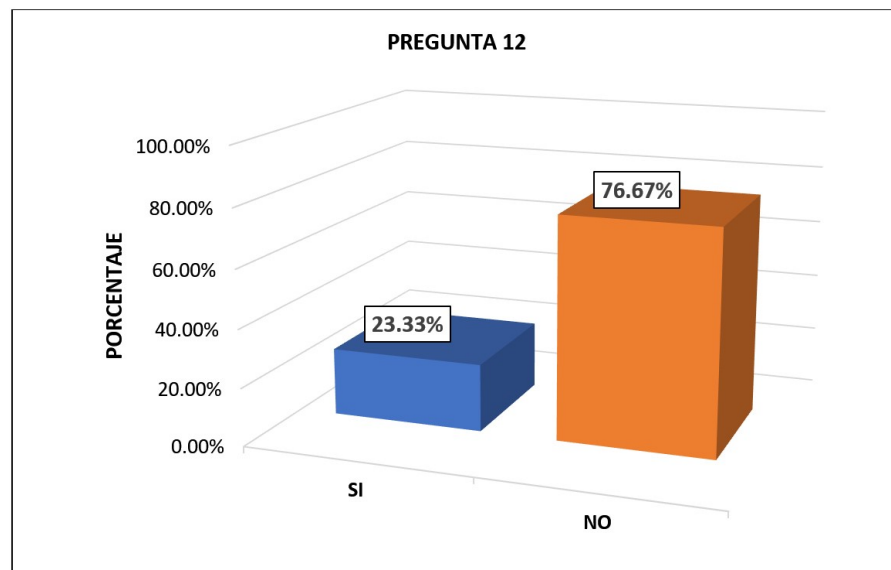
**Pregunta 12:**

¿En la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, que ha participado o realizado, cuenta con algún reporte de “lecciones aprendidas”, con la finalidad de implementar mejoras o correcciones en futuros proyectos?

**Tabla 15 - Análisis de la pregunta #12 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	7	23.33
<i>NO</i>	23	76.67
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 17. Resultados de la pregunta #12 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El 76.67% - “NO”
- El 23.33% - “SI”



De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 76.67% de los profesionales encuestados, indican que “**NO**”, realizan ningún reporte de lecciones aprendidas, con la finalidad de implementar mejoras o correcciones en futuros proyectos. Por lo que se hace necesario también implementar este tipo de herramienta, enmarcado dentro de alguna filosofía de gestión internacional, impulsar una mejorara continua a través de una retroalimentación constante en los proyectos de edificación en la provincia de Tacna, tanto para las entidades públicas, como para las empresas privadas.

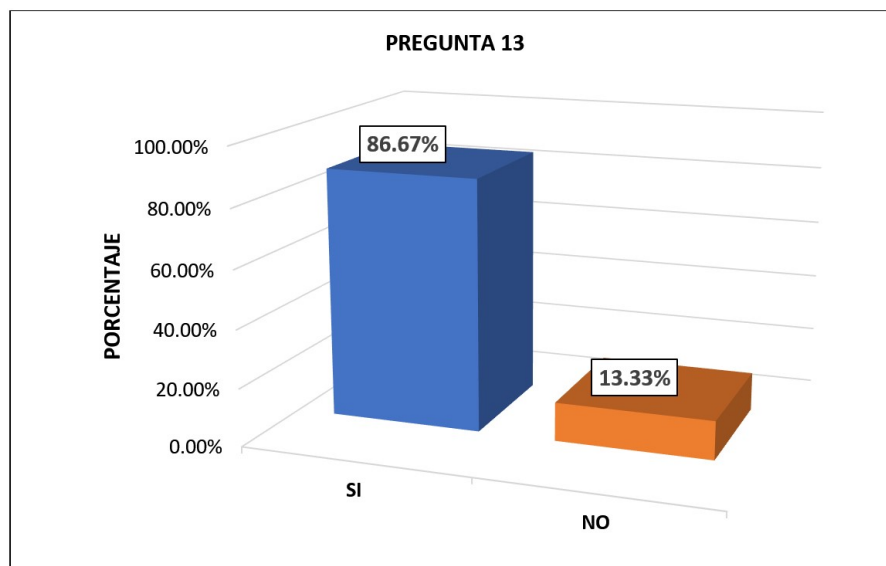
**Pregunta 13:**

¿Cree usted que el no contar con una metodología específica para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, puede complicar la ejecución de las actividades propias del desarrollo del proyecto?

**Tabla 16 - Análisis de la pregunta #13 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	26	86.67
<i>NO</i>	4	13.33
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 18. Resultados de la pregunta #13 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

### **Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El 86.67% - “SI”
- El 13.33% - “NO”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 86.67% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, el no contar con una metodología específica para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, puede complicar la ejecución de las actividades propias del desarrollo del proyecto. Por lo que se hace necesario implementar herramientas de control de la productividad, como son las que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación tanto en las entidades públicas, como en las empresas privadas.

### c) Análisis sobre la propuesta a implementar

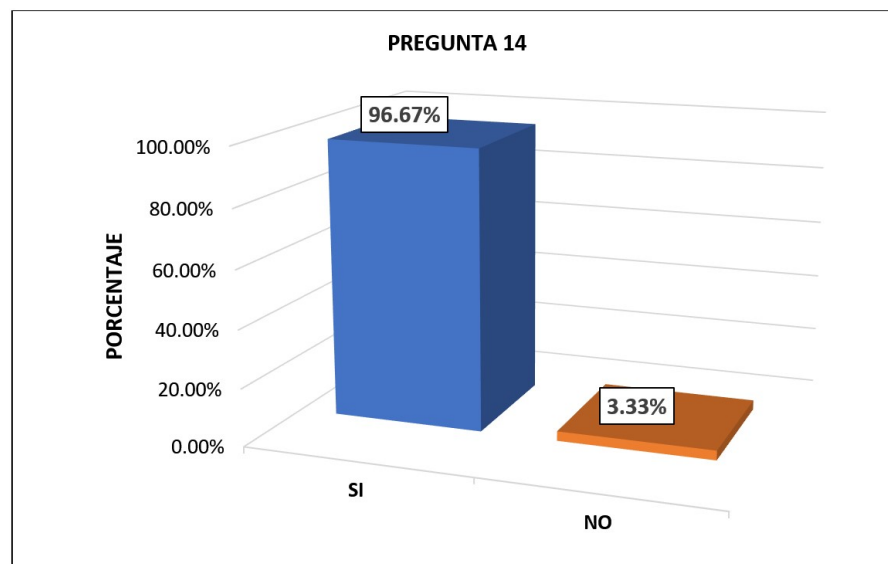
#### Pregunta 14:

¿Cree usted que es importante la implementación de un sistema estructurado para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, con una metodología alineada a un modelo estándar internacional de gestión de proyectos?

**Tabla 17 - Análisis de la pregunta #14 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	29	96.67
<i>NO</i>	1	3.33
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 19. Resultados de la pregunta #14 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

#### Interpretación:

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El 96.67% - “SI”

- El 03.33% - “NO”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 96.67% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, es importante la implementación de un sistema estructurado para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, con una metodología alineada a un modelo estándar internacional de gestión de proyectos. Por lo que se hace necesario implementar herramientas de control de la productividad, como son las que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación, tanto en las entidades públicas, como en las empresas privadas.

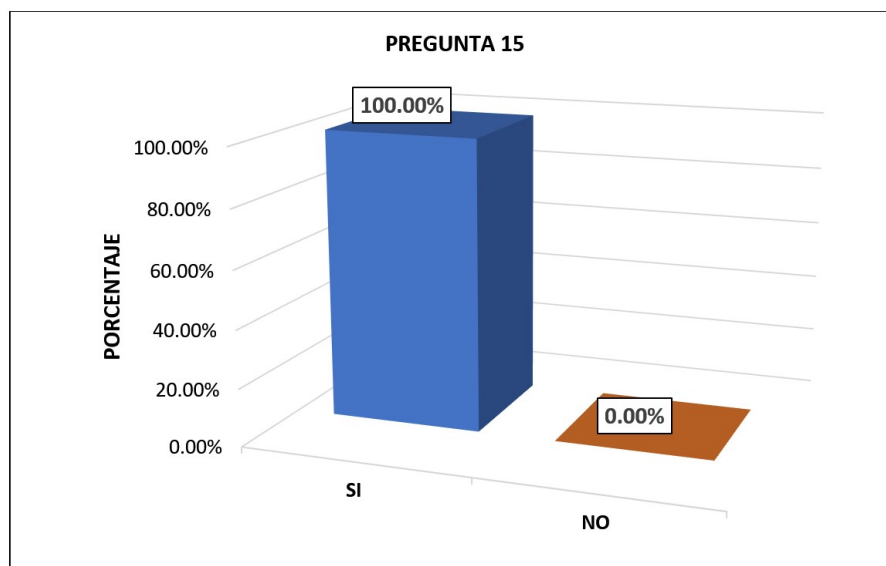
**Pregunta 15:**

¿Le gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, y que estén alineadas a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos?

**Tabla 18 - Análisis de la pregunta #15 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	30	100
<i>NO</i>	0	0
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 20. Resultados de la pregunta #15 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

### **Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El **100.00%** - “**SI**”
- El **00.00%** - “**NO**”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 100.00% de los profesionales encuestados, indican que “**SI**”, les gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, y que estén alineadas a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos.

Entonces se puede apreciar de los resultados obtenidos en esta pregunta, de manera clara y directa, que todos los profesionales encuestados sienten la necesidad de contar con herramientas para el control de la productividad, que se enmarquen en una filosofía de gestión internacional, con buenos resultados ya probados. Justamente estas son las herramientas que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la evaluación y control continuo de los

riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, tanto en las entidades públicas, como en las empresas privadas.

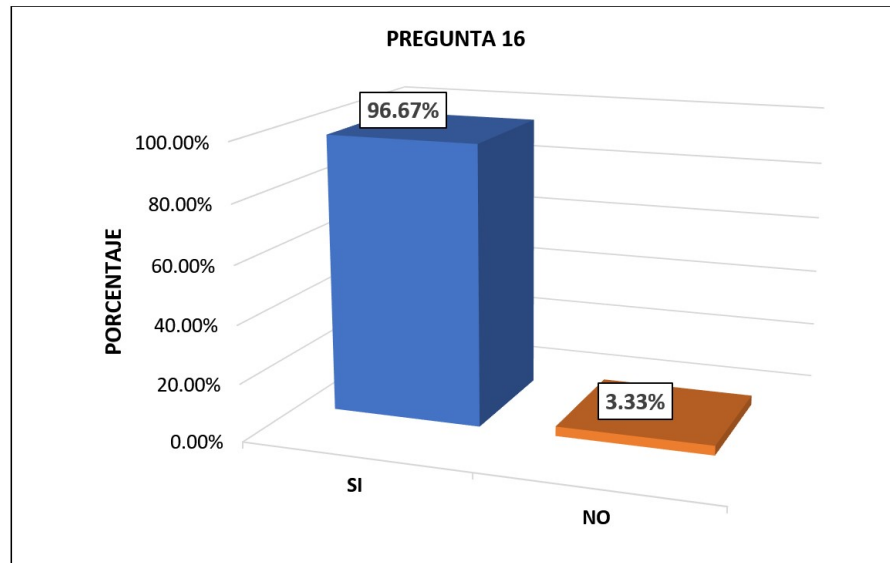
**Pregunta 16:**

¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), solucionaríamos varios problemas en lo referente al control la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?

**Tabla 19 - Análisis de la pregunta #16 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	29	96.67
<i>NO</i>	1	3.33
<i>Total</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 21. Resultados de la pregunta #16 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El **96.67%** - “**SI**”
- El **03.33%** - “**NO**”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 96.67% de los profesionales encuestados, indican que “**SI**”, es importante contar con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), y que esta ayudaría a solucionar varios problemas en lo referente al control la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna. Por lo que se hace necesario implementar herramientas de control de la productividad, como son las que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación, tanto en las entidades públicas, como en las empresas privadas.

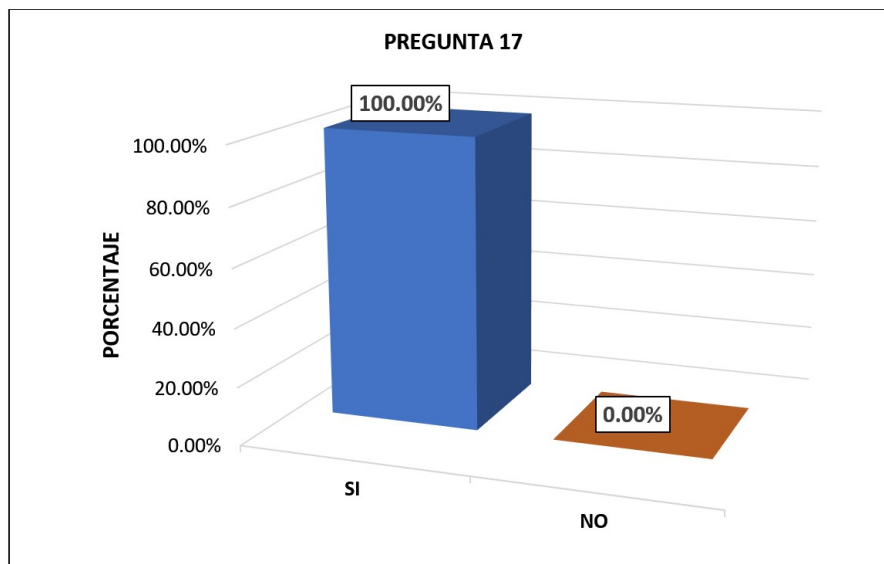
**Pregunta 17:**

¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), nos permitiría definir, validar y controlar la productividad de los procesos constructivos para la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?

**Tabla 20 - Análisis de la pregunta #17 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>SI</i>	<i>30</i>	<i>100</i>
<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Total</i>	<i>30</i>	<i>100</i>

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 22. Resultados de la pregunta #17 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

### **Interpretación:**

Los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas:

- El **100.00%** - “SI”
- El **00.00%** - “NO”

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 100.00% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, creen que contar con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), permitiría definir, validar y controlar la productividad de los procesos constructivos para la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna.

Esta es otra pregunta clave en la que se puede apreciar de los resultados obtenidos, de manera clara y directa, que todos los profesionales encuestados sienten la necesidad de contar con herramientas para el control de la productividad, que se enmarquen en una filosofía de gestión internacional, con buenos resultados ya probados. Justamente estas son las herramientas que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación



en la provincia de Tacna, tanto en las entidades públicas como en las empresas privadas.

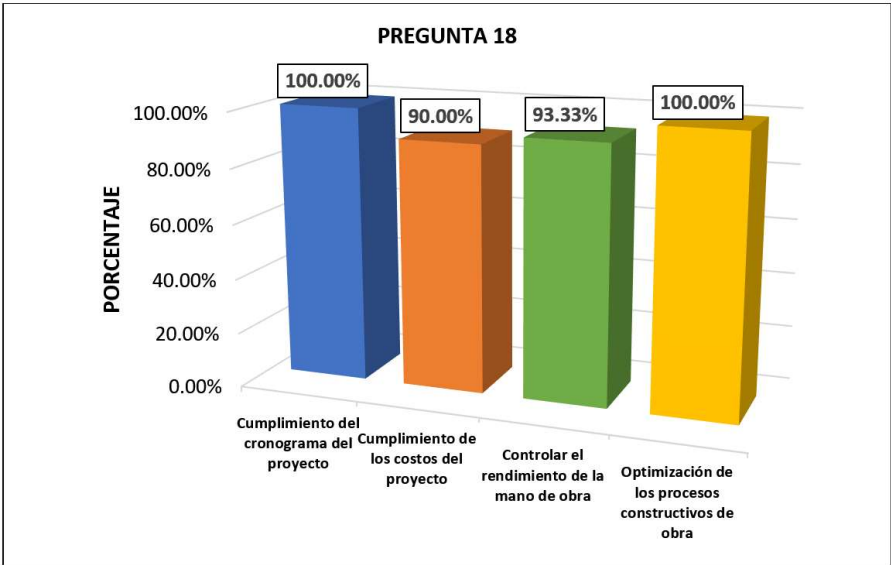
**Pregunta 18:**

¿Qué componentes debe tener el sistema de gestión para el control de la productividad?

**Tabla 21 - Análisis de la pregunta #18 de la encuesta realizada**

<i>ALTERNATIVAS</i>	<i>RESPUESTAS</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
<i>Cumplimiento del cronograma</i>	30	100
<i>Cumplimiento de los costos del proyecto</i>	27	90
<i>Controlar el rendimiento de la mano de obra</i>	28	93.33
<i>Optimización de los procesos constructivos</i>	30	100

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 23. Resultados de la pregunta #18 de la encuesta realizada**

Fuente: Elaboración propia a base de las encuestas realizadas

**Interpretación:**

De los profesionales encuestados, en lo que se refiere a qué componentes debe tener el sistema de gestión para el control de la productividad, los resultados reflejan los siguiente:

- El **100.00%**. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada al cumplimiento del cronograma del proyecto.
- El **100.00%**. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada al cumplimiento de los costos del proyecto.
- El **93.33%**. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada a controlar el rendimiento de la mano de obra.
- El **90.00%**. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada a la optimización de los procesos constructivos de obra.

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que, de los cuatro componentes planteados en la encuesta, en dos de ellos el 100% de los profesionales encuestados está de acuerdo con incorporar herramientas relacionadas a mejorar el cumplimiento del cronograma y el cumplimiento de los costos del proyecto; mientras que en los otros dos componentes se muestra una aceptación de más del 90% en lo que se refiere a la incorporación de herramientas relacionadas a controlar el rendimiento de la mano de obra y de la optimización de los procesos constructivos de obra.

Aquí una vez más se evidencia con toda claridad la necesidad y la disposición que reflejan los diversos profesionales encuestados, para implementar herramientas de control de la productividad, como son las que se proponen en el presente trabajo de investigación, que ayudarán a mejorar la evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, tanto para las entidades públicas, como para las empresas privadas.

**Pregunta 19:**

¿Tiene usted algún comentario sobre metodologías para realizar el control de la productividad, durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?

En esta pregunta, hubo comentarios referidos a la importancia de la productividad en las obras de edificación en la provincia de Tacna, tales como:

- “La productividad, abarca primero la capacitación del personal técnico, administrativo y obrero; segundo la logística en entrega de materiales, maquinaria y herramientas y por último el seguimiento del proyecto (bajo rendimiento)”.
- “En toda metodología tiene que haber un control de la productividad y la calidad para toda obra de edificación, esto va ayudar a tener un mejor control en la ejecución de la obra”.
- “No solo se debe enfocar este tipo de herramientas relacionadas a la productividad durante la ejecución del proyecto, sino en todas sus etapas”.
- “Los proyectos de construcción tienen problemas enmarcados en un plazo de ejecución mayor, lo cual genera insatisfacción al cliente, otro es mayores costos de producción, que originan pérdidas en el proceso de construcción. Por lo que es necesario implementar metodologías de la gestión de proyectos de construcción en cada etapa”.

Hubo comentarios donde se evidencia que hay un conocimiento por parte de los profesionales encuestados de filosofías, metodologías y herramientas internacionales para el control de la productividad en obra:

- “Se debe implementar criterios de gestión internacionales como el BIM y el LEAN”.
- “Es fundamental contar con metodologías internacionales de gestión de proyectos con la finalidad de validar y controlar los procesos constructivos en la ejecución de obras”.
- “Se debe adoptar técnicas que ya hayan sido probadas como la filosofía BIM y LEAN, en las obras de edificación de Tacna”.

- “Estos criterios son necesarios para determinar si los costos y tiempos se cumplen de acuerdo a lo programado, contar con una herramienta de monitoreo para el proyecto es de vital importancia para garantizar las metas establecidas”.
- “Se conoce que la planificación es esencial para evitar inconvenientes durante la ejecución de obras, pero a pesar que se tienen métodos tradicionales y nuevas filosofías de planificación, no se aplican adecuadamente en el entorno de Tacna”.

También se hicieron comentarios indicando, que estas herramientas cuando son utilizadas, más que nada es por las empresas privadas, pero no por las entidades públicas:

- “Se debe proponer y plantear la implementación de metodologías internacionales, en las entidades públicas que ejecutan los principales proyectos en la región”.
- “Debido a que en la provincia de Tacna son pocas las obras de gran magnitud, que son ejecutadas por los gobiernos locales, estas no son impulsadas a través del uso de las herramientas LEAN”.
- “Más que nada se debería implementar en el sector público”.
- “El sistema de control tradicional actualmente utilizado durante la ejecución de obras públicas, es deficiente y corrupto”.
- “Estas técnicas se aplican más que nada en empresas privadas, pero estos criterios de control deberían incorporarse con mucha importancia en el sector público”.

Existieron otro tipo de comentarios tales como:

- “Tener un cronograma acelerado interno, el cual también debe ser sincerado con la realidad (trabajar doble turno)”.

Como podemos apreciar, tanto de las respuestas como de los diversos comentarios de los profesionales encuestados, existe una alta valoración de la productividad en las obras de edificación en la provincia de Tacna. Sin embargo,

muchos coinciden que no existen las adecuadas herramientas para llevar un adecuado control de esta productividad y esto se ve reflejado generalmente en un incumplimiento de los plazos establecidos y por tanto del presupuesto aprobado.

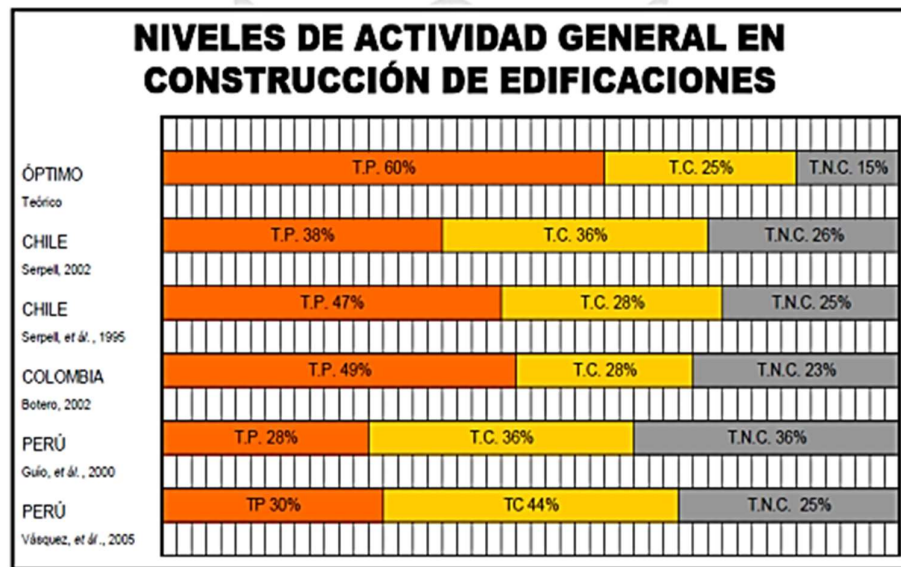
También se refleja que las herramientas y métodos tradicionales para el control de la productividad actualmente utilizados, son insuficientes para conseguir de manera eficaz y eficiente las metas establecidas en obra. Por lo anteriormente indicado existe un consenso de los encuestados en que sería muy conveniente implementar, filosofías, técnicas, herramientas, formatos de control, etc., enmarcados en metodologías internacionales ya probadas en la materia, como es el caso de las herramientas LEAN Construction.

Otro dato importante a resaltar, es que se evidencia más que nada la necesidad de implementar estas herramientas propuestas en las entidades públicas, donde estas nuevas metodologías no están siendo utilizadas para nada, he irónicamente al ser un presupuesto público el que se utiliza para la ejecución de los proyectos, es donde más control de los recursos utilizados debería existir. Si bien es cierto algunas empresas privadas en la provincia de Tacna, están tratando de utilizar de alguna manera ciertas herramientas propuestas en el presente trabajo de investigación, esto no se hace al 100% y de manera eficiente, por lo que sería recomendable una adecuación a los criterios propuestos.

#### **4.3.2. Datos tomados en campo**

Considerando la gran cantidad de tareas diferentes que se realizan en los proyectos de edificación, se seleccionó aquellas complejas.

En la siguiente imagen, se muestra el porcentaje de tiempos productivos, contributorio y no contributorios, para obras de construcción de edificación en nuestro país, estos datos nos van a servir de referencia para poder comparar y analizar los correspondientes valores para las obras de este tipo que son desarrolladas en la provincia de Tacna.



**Figura 24. Porcentajes de trabajos o tiempos productivos, contributorios y no contributorios**

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

#### **4.3.2.1. Análisis de los datos mediante el Nivel General de Actividades (NGA)**

A continuación, se presentan el proceso medido del caso de estudio, las cantidades y las fechas de las mediciones que se hicieron en obra.

#### **Proyecto 01: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue”**

Mediciones realizadas: 1 formato de nivel general de actividades

Fecha: 18 de setiembre del 2019

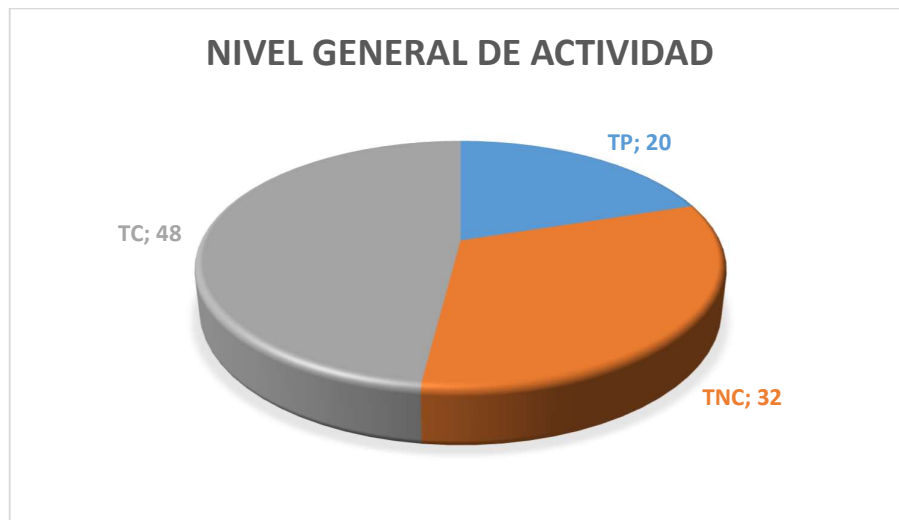
Tiempo del muestreo: 120 min

Se trabajó en la zona del segundo nivel, con materiales y puntos de acopio de agregados y materiales no cercanos a las zonas de trabajo.

El proceso constructivo, inicia a las 9 am hasta las 11 am, con las actividades de asentado de muro, habilitación de columnas y vigas, encofrado y desencofrado de columnas y vigas, vaciado de columnas y vigas.

### Diagnóstico actual del proceso de estudio

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributivo (TNC) de la cuadrilla es 32%. El trabajo contributivo de la cuadrilla (TC) es de 48%, y el tiempo productivo (TP) es de 20%.



**Figura 25. Análisis de los datos del nivel general de actividades (NGA) del proyecto 01**

Fuente: Elaboración propia

### Proyecto 02: “Construcción de la Pollería KANKAS II”

Mediciones realizadas: 1 formato de nivel general de actividades

Fecha: 04 de noviembre del 2019

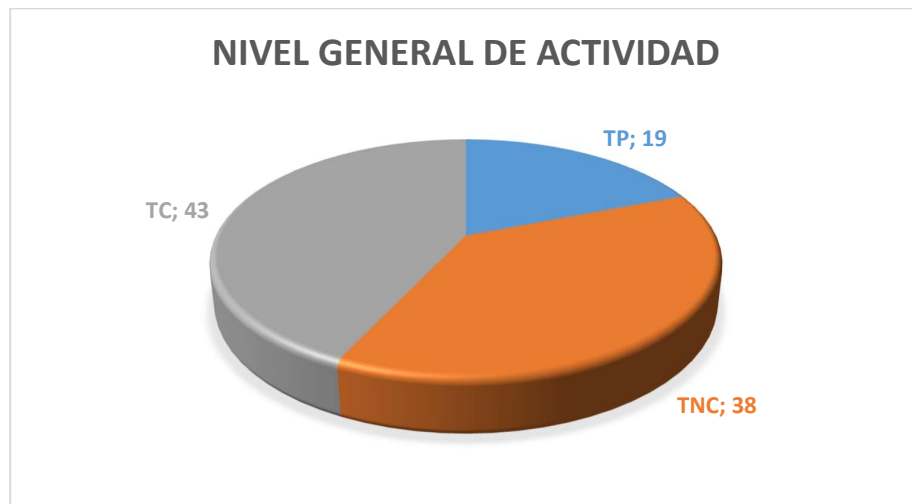
Tiempo del muestreo: 200 min

Se trabajó en la zona del primer nivel.

El proceso constructivo, inicia a las 2 pm hasta las 4 pm, con las actividades de asentado de muro, habilitación de columnas y vigas, encofrado y desencofrado de columnas y vigas, vaciado de columnas y vigas.

### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributivo (TNC) de la cuadrilla es 38%. El trabajo contributivo de la cuadrilla (TC) es de 43%, y el tiempo productivo (TP) es de 19%.



**Figura 26. Análisis de los datos del nivel general de actividades (NGA) del proyecto 02**

Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.2.2. Análisis de los datos tomados por la carta balance (NCB)**

A continuación, se presentan el proceso medido del caso de estudio, las cantidades y las fechas de las mediciones que se hicieron en obra.



**PROCESO: “Vaciado de contrapiso”****Proyecto 01: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue”**

Mediciones realizadas: 1 carta balance

Fecha: 13 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 30 min

Se trabajo en la zona del primer nivel, con los materiales y maquinaria a varios metros de la zona del vaciado, este proceso se ha realizado con una cuadrilla de 4 trabajadores: 2 ayudantes (que trasladan la mezcla con las carretillas), 01 operario que realiza la nivelación del piso, 01 operador de mezcladora de concreto que al mismo tiempo realizaba la preparación del concreto.

La secuencia constructiva comienza cuando el operador inicia abasteciendo de concreto a los ayudantes. Los ayudantes trasladan la mezcla hacia la zona de vaciado, que aproximadamente son 50 metros lineales, y luego abastecen al operario que es el que distribuye la mezcla en la zona e inicia la nivelación utilizando sus reglas de metal y madera.

**Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributorio (TNC) de la cuadrilla es 50%, el trabajador de más bajo nivel son los ayudantes que trasladan el concreto. El trabajo contributorio de la cuadrilla (TC) es de 38.33%, y el tiempo productivo (TP) es de 11.66%.

Comparando con los niveles de actividad general en construcción en Perú, observamos que no se cumple el tiempo productivo ni el tiempo contributorio, esto debido a la zona alejada de donde se abastece el concreto a los buguis.

**Proyecto 02: “Construcción del hospedaje Golden Palace”**

Mediciones realizadas: 1 carta balance

Fecha: 30 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 30 min

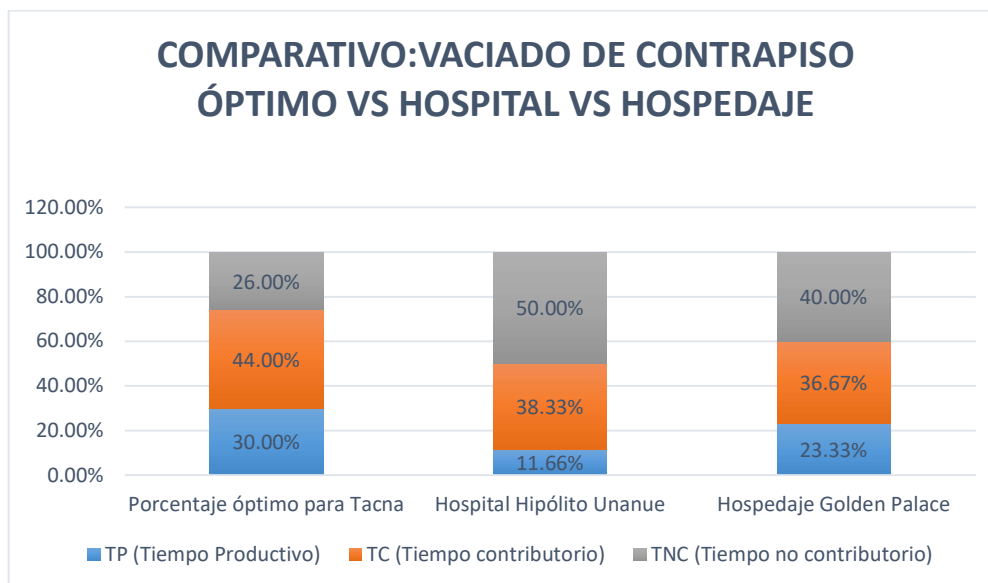
Se trabajo en la zona del sótano, para una zona de 100 metros cuadrados, el acopio de materiales se encuentra en el primer nivel, zona de vereda, este proceso se ha realizado con una cuadrilla de 6 trabajadores: 2 ayudantes (que abastecen la mezcladora para la preparación del concreto), 2 ayudantes (que trasladan la mezcla con las carretillas por la rampa), 01 operario que realiza la nivelación del piso, 01 operador de la mezcladora.

La secuencia constructiva inicia cuando los dos primeros ayudantes, abastecen a la mezcladora para la preparación del concreto con ayuda del operador, luego los otros dos ayudantes trasladan la mezcla hacia la zona de vaciado, que aproximadamente son 25 metros lineales, y luego abastecen al operario que es el que distribuye la mezcla en la zona e inicia la nivelación utilizando sus reglas de metal y madera.

### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributorio (TNC) de la cuadrilla es 40%, los trabajadores de más bajo nivel son los ayudantes que trasladan el concreto ya que toman tiempo en la vuelta para recoger la mezcla y los que la preparan, debido a que esperan mientras se abastece las carretillas. El trabajo contributorio de la cuadrilla (TC) es de 36.67%, y el tiempo productivo (TP) es de 23.33%, cuando el operario nivela la mezcla para el contrapiso.

Comparando con los niveles de actividad general en construcción en Perú, observamos que no se cumple el tiempo productivo ni el tiempo contributorio, esto debido a la dificultad de trasladar los buguis con concreto hacia el sótano.



**Figura 27. Análisis de los datos tomados con la carta balance (NCB) - vaciado de contrapiso**

Fuente: Elaboración propia

Analizamos que la manera para reducir los tiempos no contributivos, sería recomendable tener el lugar de distribución en una zona de menor lejanía para que el traslado de concreto sea en menor tiempo.

### **PROCESO: “Vaciado de vigas”**

#### **Proyecto 01: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue”**

Mediciones realizadas: 1 carta balance

Fecha: 13 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 30 min

Se trabajó en la zona del segundo nivel, con los materiales y maquinaria a varios metros de la zona del vaciado, este proceso se ha realizado con una cuadrilla de 3 trabajadores: 1 ayudante (que traslada la mezcla con las carretillas), 01 operario

que realiza el vaciado mediante baldes y también opera la vibradora de concreto, 01 ayudante que llena los baldes al operario y da cualquier herramienta necesaria.

La secuencia constructiva inicia cuando el ayudante traslada la mezcla hacia la zona de vaciado, que aproximadamente son 30 metros lineales, y luego el otro ayudante abastece al operario mediante baldes, el operario en el andamio echa el balde y luego realiza la vibración.

### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributorio (TNC) de la cuadrilla es 26.67%, el trabajador mayor bajo nivel son los ayudantes que trasladan el concreto. El trabajo contributorio de la cuadrilla (TC) es de 60.00%, y el tiempo productivo (TP) es de 13.33%.

Comparando con los niveles de actividad general en construcción en Perú, observamos que no se cumple el tiempo productivo con lo establecido que es del 30%.

### **Proyecto 02: “Construcción de la Pollería KANKAS II”**

Mediciones realizadas: 1 carta balance

Fecha: 15 de octubre del 2019

Tiempo del muestreo: 30 min

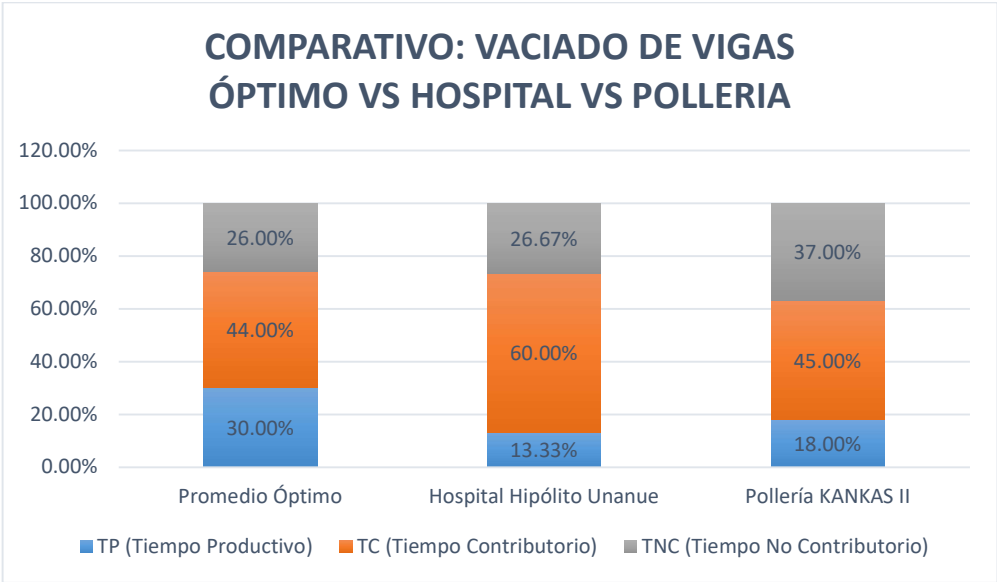
Se trabajo en la zona del primer nivel, con los materiales y maquinaria a varios metros de la zona del vaciado, este proceso se ha realizado con una cuadrilla de 3 trabajadores: 1 ayudante (que traslada la mezcla con las carretillas), 01 operario que hace el vaciado y realiza la vibración, 01 ayudante que abastece al operario con mezcla.

La secuencia constructiva inicia cuando el ayudante traslada la mezcla hacia la zona de vaciado, que aproximadamente son 10 metros lineales, y luego el otro ayudante abastece al operario mediante baldes, el operario en la escalera echa el balde y luego realiza la vibración.

**Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributivo (TNC) de la cuadrilla es 37%, el trabajador mayor bajo es el trabajador que traslada la mezcla debido a que no realiza tiempos productivos. El trabajo contributivo de la cuadrilla (TC) es de 45.00%, y el tiempo productivo (TP) es de 18%.

Comparando con los niveles de actividad general en construcción en Perú, observamos que no se cumple el tiempo productivo con lo establecido que es del 30%.



**Figura 28. Análisis de los datos tomados con la carta balance (NCB) - vaciado de vigas**  
Fuente: Elaboración propia

Analizamos que los ayudantes tienen más que nada tiempos contributivos, que se generan por trasladar y abastecer de concreto al operario, ya que este se encuentra en un andamio y es el que genera los tiempos productivos finalmente.

### **PROCESO: “Asentado de muro de ladrillo”**

#### **Proyecto 01: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue”**

Mediciones realizadas: 1 carta balance

Fecha: 25 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 30 min

Se trabajo en la zona del segundo nivel, este proceso se ha realizado con una cuadrilla de 2 trabajadores: 01 operario que realiza el asentado y 01 oficial que realiza la mezcla seca y abastece al operario.

La secuencia constructiva inicia cuando oficial, prepara la mezcla de los materiales secos y empieza a alcanzar este material en bolsas de cemento al operario que se encuentra en un andamio, luego el operario, agrega el agua y realiza la preparación final del mortero, para finalmente empezar con el asentado de ladrillo y colocar las juntas.

#### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributivo (TNC) de la cuadrilla es 23.33%, el trabajador mayor bajo nivel es el oficial que tiene momentos de esperas hasta que el operario culmine de usar la batea con la mezcla. El trabajo contributivo de la cuadrilla (TC) es de 53.33%, y el tiempo productivo (TP) es de 23.33%.

Comparando con los niveles de actividad general en construcción en Perú, observamos que no se cumple el tiempo productivo con lo establecido que es del 30%, debido al acopio de material hacia el lugar del asentado del muro.

#### **Proyecto 02: “Construcción del Hospedaje Golden Palace”**

Mediciones realizadas: 1 carta balance

Fecha: 25 de octubre del 2019

Tiempo del muestreo: 30 min

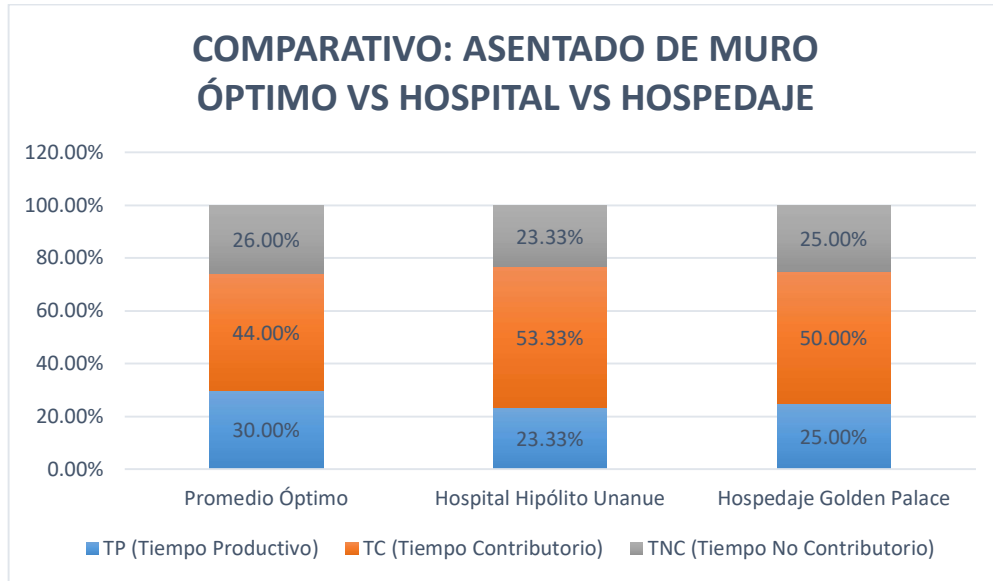
Se trabajo en la zona del sótano, este proceso se ha realizado con una cuadrilla de 2 trabajadores: 01 operario que realiza el asentado, plomado y llenado de juntas, 01 oficial que realiza el preparado de mezcla seca y abastece a las bateas del operario.

La secuencia constructiva inicia cuando oficial, prepara la mezcla de los agregados y el cemento en seco, en la zona de acopio de los agregados y empieza a trasladar en carretillas esta mezcla seca, para abastecer en la batea del operario, luego el operario, realiza el batido del mortero agregando agua y empieza con el asentado de ladrillo y la colocación de juntas.

### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Se realizó el muestreo del tipo de trabajo, resultando que el trabajo no contributorio (TNC) de la cuadrilla es 25%, el trabajador mayor bajo nivel es el ayudante que traslada el concreto y en su regreso, además debe esperar a que el operario culmine parte del asentado para que vuelva a abastecer de mortero a la batea. El trabajo contributorio de la cuadrilla (TC) es de 50%, y el tiempo productivo (TP) es de 25%.

Comparando con los niveles de actividad general en construcción en Perú, observamos que no se cumple el tiempo productivo con lo establecido que es del 30%, debido a la lejanía y dificultad del traslado desde la zona donde se encuentran los agregados a la zona del sótano donde se asienta el muro.



**Figura 29. Análisis de los datos tomados con la carta balance (NCB) – asentado de muros**

Fuente: Elaboración propia

Analizamos que en esta actividad el tiempo productivo está solo un poco más bajo a lo indicado en los niveles de actividad general en construcción en Perú, que es del 30%, esto debido que el ayudante que abastece podría abastecer también a otro operario, y abrir otro frente de trabajo.

#### **4.3.2.3. Análisis de los datos tomados por la prueba de los cinco minutos (P5M)**

Se realizó el análisis de los datos obtenidos en campo, mediante la prueba de 5 minutos, es recomendable realizar más de una prueba a la misma actividad, ya que una sola no es suficiente para realizar un análisis completo y así poder tomar decisiones y controlar mejor las pérdidas.



<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>
<b>Actividad:</b>	<b>Oficio:</b>
<b>TIEMPO PRODUCTIVO:</b>	Observación:
<b>TIEMPO CONTRIBUTORIO:</b>	Observación:
<b>TIEMPO NO CONTRIBUTORIO:</b>	Observación:

COMENTARIOS:

### **Figura 30. Formato para la prueba de los cinco minutos (P5M)**

Fuente: Elaboración propia

### **PROCESO: “Vaciado de vigas”**

#### **Proyecto 01: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 13 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

#### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el vaciado de las vigas, lo cual se observa en el trabajador que es oficial, dedicando 165 segundos (55%-TNC) esperando la mezcla, 70 segundos (23.33%-TC) realizando el vibrado de concreto y 65 segundos (21.67%-TP) en el vaciado de la mezcla a la viga. Cabe mencionar que el lugar de acopio de los materiales y donde se encuentra la mezcladora, no está ubicada en una zona cercana al vaciado de la viga.

#### **Proyecto 02: “Construcción de la Pollería KANKAS II”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 24 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el vaciado de las vigas, el trabajador a controlar es oficial, dedicando 133 segundos (44.33%-TNC) esperando la mezcla, 60 segundos (20%-TC) llenando las bateas con mezcla y 107 segundos (35.67%-TP) en el vaciado de la mezcla a la viga. Se cabe mencionar que el vaciado de la viga se realiza sobre andamios.

### **Proyecto 03: “Construcción del Hospedaje Golden Palace”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 16 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el vaciado de las vigas, el trabajador a controlar es oficial, dedicando 45 segundos (15%-TNC) esperando la mezcla, 120 segundos (40%-TC) llenando las bateas con mezcla y 135 segundos (45%-TP) en el vaciado de la mezcla a la viga. Cabe mencionar que se realiza el vaciado de la mezcla en una viga de amarre que se encuentra aproximadamente a 1.20 m por lo que no se requiere tiempo al trasladar la mezcla arriba del andamio.

### **PROCESO: “Asentado de muro de ladrillo”**

#### **Proyecto 01: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 25 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el asentado de muro de ladrillo, se observa en el trabajador que es un operario, dedicando 240 segundos (80%-TP) al asentado del

ladrillo y colocando el mortero para las juntas, 60 segundos (20%-TC) para partir el ladrillo, colocar la mezcla en la batea y batir la mezcla. Cabe mencionar que los trabajos se realizaron sobre un andamio.

### **Proyecto 02: “Construcción de la Pollería KANKAS II”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 14 de octubre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

#### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el asentado muro de ladrillo, se observa en el trabajador es un operario, dedicando 200 segundos (66.67%-TP) al asentado del ladrillo y colocando el mortero para las juntas, 100 segundos (33.33 %-TC) para partir el ladrillo, colocar la mezcla en la batea, batir la mezcla y realizar el control por verticalidad. Los trabajos se realizaron en el primer nivel.

### **Proyecto 03: “Construcción del Hospedaje Golden Palace”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 13 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

#### **Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el asentado de muro de ladrillo, se observa en el trabajador que es un operario, dedicando 180 segundos (60%-TP) al asentado de ladrillo y colocando el mortero para las juntas, 40 segundos (13.33%-TC) para partir el ladrillo, colocar la mezcla en la batea y batir la mezcla y 80 segundos (26.67%-TNC) esperando a que el oficial prepare y abastezca la mezcla.

**PROCESO: “Encofrado de vigas”****Proyecto 01: “Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 13 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

**Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el encofrado de las vigas, lo cual se observa en el trabajador que es operario, ha dedicado 130 segundos (43.33%-TP) colocando barrotes y perforando la madera para que pasen los alambres y 170 segundos (56.67%-TNC) caminando, movilizand o la madera del encofrado y alistando su arnés de seguridad. Cabe mencionar que para el encofrado de la viga se necesita estar en andamio, lo cual requiere usar arnés.

**Proyecto 02: “Construcción de la Pollería KANKAS II”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 15 de octubre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

**Diagnóstico actual del proceso de estudio**

Esta muestra se realizó para el encofrado de las vigas, lo cual se observa en el trabajador que es operario, dedicando 200 segundos (66.67%-TP) asegurando los encofrados y 100 segundos (33.33%-TC) recogiendo el alambre.

**Proyecto 03: “Construcción del Hospedaje Golden Palace”**

Mediciones realizadas: 1 prueba de los cinco minutos

Fecha: 23 de setiembre del 2019

Tiempo del muestreo: 05 minutos

### Diagnóstico actual del proceso de estudio

Esta muestra se realizó para el encofrado de las vigas, lo cual se observa en el trabajador que es operario, dedicando 130 segundos (43.33%-TP) cortando las tablas del encofrado y 170 segundos (56.67%-TNC) alistando las herramientas para los cortes de la madera.

#### 4.4. SÍNTESIS PRUEBA ESTADÍSTICA

Del análisis de los resultados se formulan las siguientes conclusiones:

**Tabla 22 - Análisis de la información general de la encuesta realizada**

<b>Pregunta</b>	<b>Conclusiones</b>
<b>1</b>	Respecto a los profesionales, el 100% ha participado activamente en algún proyecto de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, a lo largo de su trayectoria como profesional.
<b>2</b>	Respecto al cargo obtenido, el <b>30.00%</b> ha participado como Residente de Obra. El <b>26.67%</b> ha participado como Supervisor de Obra. El <b>20.00%</b> ha participado como Gerente de Infraestructura y Obras de entidad pública. El <b>16.67%</b> ha participado como Gerente de Empresa Constructora. Y el <b>06.67%</b> ha participado en algún otro cargo como por ejemplo asistente técnico, ingeniero de control de calidad e ingeniero de seguridad.
<b>3</b>	De acuerdo al monto en que participaron, el <b>36.67%</b> ha participado en obras entre 1'000,000 a 5'000,000 de Soles. El <b>30.00%</b> ha participado en obras entre 5'000,000 a 20'000,000 de Soles. El <b>16.67%</b> ha participado en obras de más de 20'000,000 de Soles. El <b>16.67%</b> ha participado en obras de hasta 1'000,000 de Soles.
<b>4</b>	Respecto a la experiencia como profesional, el <b>40.00%</b> tiene una experiencia entre 01 a 05 años. El <b>33.33%</b> tiene una experiencia entre 05 a 10 años. El <b>16.67%</b> tiene una experiencia entre 10 a 15 años. El <b>10.00%</b> tiene una experiencia de más de 15 años.
<b>5</b>	En lo referente a que, si cuentan con algún sistema de gestión, estándares internacionales o metodologías como el BIM, LEAN PRODUCTION, PMBOK, PRINCE2, 5S u otros, los profesionales encuestados, brindaron las siguientes respuestas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El <b>86.67%</b> - “NO” cuenta con alguna de estas herramientas.</li> <li>• El <b>13.33%</b> - “SI” cuenta con alguna de estas herramientas.</li> </ul>
<b>6</b>	Respecto a la entidad o empresa en que laboraron, el <b>70.00%</b> - <b>ENTIDAD PÚBLICA</b> y el <b>30.00%</b> - <b>EMPRESA PRIVADA</b> .

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23 - Análisis sobre el conocimiento del problema de la encuesta realizada**

<b>Pregunta</b>	<b>Conclusiones</b>
<b>7</b>	Respecto a si piensan que la normatividad en el Perú, contempla el control de productividad, el <b>90.00%</b> respondió <b>“NO”</b> y el <b>10.00%</b> - <b>“SI”</b> .
<b>8</b>	Se puede apreciar que el 76.67% de los profesionales encuestados, indican que <b>“SI”</b> , su empresa constructora cuenta con métodos y procedimientos para el control del cronograma y/o ejecución de obras de edificación.
<b>9</b>	Se puede apreciar que el 76.67% de los profesionales encuestados, indican que <b>“NO”</b> , cuentan con indicadores de gestión de calidad en la ejecución de obras de edificación.
<b>10</b>	Se puede apreciar que el 80.00% de los profesionales encuestados, indican que <b>“NO”</b> , cuentan con alguna técnica, herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación.
<b>11</b>	Se puede apreciar que el 83.33% de los profesionales encuestados, indican que <b>“NO”</b> , cuentan con algún plan de gestión documental.
<b>12</b>	De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 76.67% de los profesionales encuestados, indican que <b>“NO”</b> , realizan ningún reporte de lecciones aprendidas, con la finalidad de implementar mejoras o correcciones en futuros proyectos.
<b>13</b>	De los resultados obtenidos, se puede apreciar que el 86.67% de los profesionales encuestados, indican que <b>“SI”</b> , el no contar con una metodología específica para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, puede complicar la ejecución de las actividades propias del desarrollo del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 24 - Análisis sobre la propuesta de solución del problema de la encuesta realizada**

<b>Pregunta</b>	<b>Conclusiones</b>
<b>14</b>	Se puede apreciar que el 96.67% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, es importante la implementación de un sistema estructurado para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, con una metodología alineada a un modelo estándar internacional de gestión de proyectos.
<b>15</b>	Se puede apreciar que el 100.00% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, les gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, y que estén alineadas a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos.
<b>16</b>	Se puede apreciar que el 96.67% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, es importante contar con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), y que esta ayudaría a solucionar varios problemas en lo referente al control la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna.
<b>17</b>	Se puede apreciar que el 100.00% de los profesionales encuestados, indican que “SI”, creen que contar con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), permitiría definir, validar y controlar la productividad de los procesos constructivos para la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna.
<b>18</b>	<p>En lo que se refiere a qué componentes debe tener el sistema de gestión para el control de la productividad, los resultados reflejan los siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El <b>100.00%</b>. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada al cumplimiento del cronograma del proyecto.</li> <li>• El <b>100.00%</b>. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada al cumplimiento de los costos del proyecto.</li> <li>• El <b>93.33%</b>. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada a controlar el rendimiento de la mano de obra.</li> <li>• El <b>90.00%</b>. Cree que es importante incorporar una herramienta relacionada a la optimización de los procesos constructivos de obra.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

De los datos tomados en campo tenemos el siguiente análisis de resultados:

### **NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES**

Proyecto 01: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue

Tiempo no contributorio (TNC) es de 48%

Tiempo contributorio (TC) es de 32%

Tiempo productivo (TP) es de 20%.

Proyecto 02: Construcción de la Pollería KANKAS II

Tiempo no contributorio (TNC) es de 43%

Tiempo contributorio (TC) es de 38%

Tiempo productivo (TP) es de 19%.

### **CARTA BALANCE**

#### **PROCESO: “Vaciado de contrapiso”**

Proyecto 01: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue

Tiempo no contributorio (TNC) es de 50%

Tiempo contributorio (TC) es de 38.33%

Tiempo productivo (TP) es de 11.66%.

Proyecto 02: Construcción del hospedaje Golden Palace

Tiempo no contributorio (TNC) es de 40%

Tiempo contributorio (TC) es de 36.67%

Tiempo productivo (TP) es de 23.33%,

#### **PROCESO: “Vaciado de vigas”**

Proyecto 01: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue

Tiempo no contributorio (TNC) es de 26.67%

Tiempo contributorio (TC) es de 60.00%

Tiempo productivo (TP) es de 13.33%.



Proyecto 02: Construcción de la Pollería KANKAS II

Tiempo no contributorio (TNC) es de 37%

Tiempo contributorio (TC) es de 45%

Tiempo productivo (TP) es de 18%

**PROCESO: “Asentado de muro de ladrillo”**

Proyecto 01: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue

Tiempo no contributorio (TNC) es de 23.33%

Tiempo contributorio (TC) es de 53.33%

Tiempo productivo (TP) es de 23.33%.

Proyecto 02: Construcción del hospedaje Golden Palace

(Tiempo no contributorio (TNC) es de 25%

Tiempo contributorio (TC) es de 50%

Tiempo productivo (TP) es de 25%

**PRUEBA DE LOS CINCO MINUTOS**

**PROCESO: “Vaciado de vigas”**

Proyecto 01: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue

Tiempo no contributorio (TNC) es de 55%

Tiempo contributorio (TC) es de 23.33%

Tiempo productivo (TP) es de 21.67%

Proyecto 02: Construcción de la Pollería KANKAS II

Tiempo no contributorio (TNC) es de 44.33%

Tiempo contributorio (TC) es de 20%

Tiempo productivo (TP) es de 35.67%

Proyecto 03: Construcción del Hospedaje Golden Palace

Tiempo no contributorio (TNC) es de 15%

Tiempo contributorio (TC) es de 40%

Tiempo productivo (TP) es de 45%

**PROCESO: “Asentado de muro de ladrillo”**

Proyecto 01: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue

Tiempo no contributorio (TNC) es de 0%

Tiempo contributorio (TC) es de 20%

Tiempo productivo (TP) es de 80%

Proyecto 02: Construcción de la Pollería KANKAS II

Tiempo no contributorio (TNC) es de 0%

Tiempo contributorio (TC) es de 33.33%

Tiempo productivo (TP) es de 66.67%

Proyecto 03: Construcción del Hospedaje Golden Palace

Tiempo no contributorio (TNC) es de 26.67%

Tiempo contributorio (TC) es de 13.33%

Tiempo productivo (TP) es de 60%

**PROCESO: “Encofrado de vigas”**

Proyecto 01: Mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue

Tiempo no contributorio (TNC) es de 56.67%

Tiempo contributorio (TC) es de 43.33%

Tiempo productivo (TP) es de 0%

Proyecto 02: Construcción de la Pollería KANKAS II

Tiempo no contributorio (TNC) es de 0%

Tiempo contributorio (TC) es de 33.33%

Tiempo productivo (TP) es de 66.67%

Proyecto 03: Construcción del Hospedaje Golden Palace

Tiempo no contributorio (TNC) es de 56.67%

Tiempo contributorio (TC) es de 43.33%

Tiempo productivo (TP) es de 0%

#### **4.5. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

La hipótesis General de la presente investigación es:

“La aplicación de las herramientas Lean Construction permitirá mejorar de manera eficiente el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.”

Mediante el uso de las encuestas aprobadas por los expertos, se ha comprobado la problemática que sufren diversos profesionales que se dedican al rubro de la construcción en lo que se refiere tener una adecuada productividad en sus obras, así mismo muestran un alto interés para poder contar con algunas herramientas que les permita mejorar el control en este aspecto.

Por lo anteriormente explicado, se concluye que, con la propuesta planteada en el presente trabajo de investigación, se mejora la productividad en la ejecución de obras de edificación en la ciudad de Tacna, mediante el uso de herramientas que ya hayan sido probadas a nivel nacional e internacional con muy buenos resultados, como es el caso de las herramientas Lean Construction, por lo que esto constituye una alternativa viable para la solución del problema de la presente investigación.

Así también, se comprueban las hipótesis específicas, que son las siguientes:

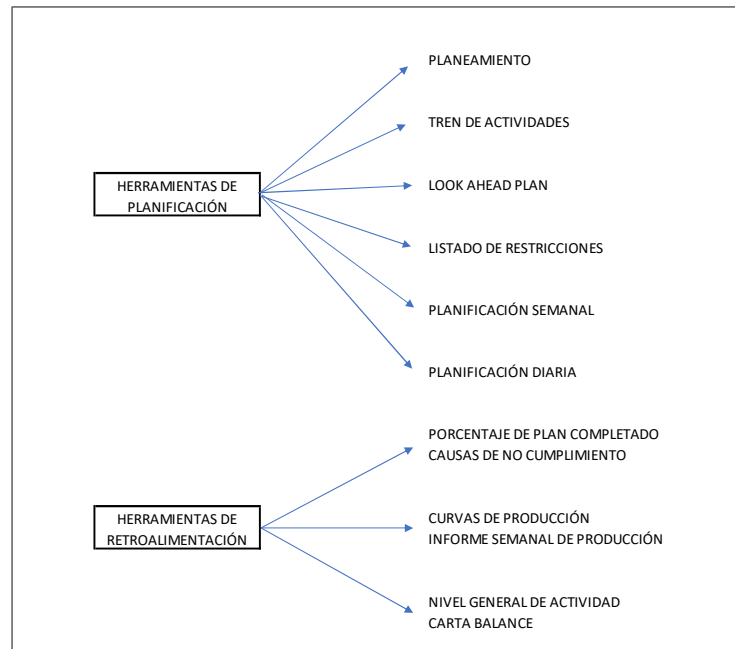
- a) La implementación de adecuados procesos y formatos, que estén enmarcados dentro de la filosofía y procedimientos Lean Construction para el control de la productividad en obra, mejoran esta gestión de manera ordenada y estructurada en proyectos de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.
- b) El estado situacional de la gestión de productividad con el uso de métodos tradicionales, es de bajo nivel, en los proyectos de edificación de la provincia de Tacna en el período 2019.

Con el análisis realizado, y a través de los procesos y formatos propuestos enmarcados dentro de la filosofía Lean Construction, se indica de manera detallada, ordenada y estructurada los pasos a seguir para poder controlar y por ende mejorar la productividad de los proyectos de edificación en la provincia de Tacna. Que como ya mencionó y se evidenció según los resultados del numeral 4.3 Resultados, se muestra un bajo nivel de productividad, ya que la metodología actualmente utilizada es insuficiente en lo que se refiere a contar con métodos confiables y comprobados, como si lo es el caso de la propuesta planteada para controlar la productividad en la ejecución de obras de edificación en nuestra ciudad.

#### **4.6. PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**

La filosofía Lean Construction es aplicable a todo tipo de proyectos, no siendo necesario una gran inversión económica o una gran área física para que se aplique este concepto. Lo que sí es necesario es que, para la parte de construcción, es muy importante la especialización de las cuadrillas de trabajo, lo cual se ve reflejado en la curva de productividad y la curva de aprendizaje.

En la figura 31, se puede apreciar las herramientas y procedimientos, basados en la filosofía Lean Construction, tanto para la etapa de planificación como en la etapa de ejecución y que se deben utilizar para mejorar el control de la productividad en obras de edificación en la provincia de Tacna.



**Figura 31. Herramientas de Lean Construction**

Fuente: (Flores, 2016)

La aplicación de esta filosofía, más que nada implica un cambio de mentalidad de todos los implicados en cada proceso, no significando esto necesariamente un incremento en los costos, sino todo lo contrario ya que ayuda a evitar pérdidas en los procesos.

En la figura 32, se muestra la estructura para realizar el control de la productividad según los criterios del Lean Construction, en esta figura se puede apreciar las herramientas que se necesitan para llevar un adecuado control, así mismo, también se indican a los responsables de la aplicación de los formatos y herramientas para poder controlar adecuadamente la productividad, tanto en la etapa de la planificación, como de la productividad:

ESTRUCTURA DEL CONTROL DE PRODUCTIVIDAD						
FORMATO	MENSAJE - ACTIVIDAD	EMISOR	FORMA	MEDIO	FRECUENCIA	AUDIENCIA
	¿Qué se realiza?	¿Quién comunica?	¿Cómo se comunica?	¿Qué medio de comunicación se utiliza?	¿Cuándo se comunica?	¿A quién se comunica?
PLANIFICACIÓN DE PRODUCTIVIDAD	SECTORIZACIÓN	ÁREA DE PRODUCCIÓN	PLANO DE SECTORIZACIÓN	ORAL - PRESENCIAL	AL INICIO DEL PROYECTO	TODO EL EQUIPO
	TRENES DE ACTIVIDADES	ÁREA DE PRODUCCIÓN	TREN DE TRABAJOS	ORAL - PRESENCIAL	AL INICIO DEL PROYECTO	TODO EL EQUIPO
	LOOK A HEAD	ÁREA DE PRODUCCIÓN	FORMATO DE LOOK A HEAD	ORAL - PRESENCIAL	AL INICIO DEL PROYECTO	TODO EL EQUIPO
	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	ÁREA DE PRODUCCIÓN	FORMATO DE ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	ORAL - PRESENCIAL	AL INICIO DEL PROYECTO	TODO EL EQUIPO
	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	ÁREA DE PRODUCCIÓN	FORMATO DE PLAN DE TRABAJO SEMANAL	ORAL - PRESENCIAL	CADA SEMANA	INGENIERO DE CAMPO
	PLAN DE TRABAJO DIARIO	ÁREA DE PRODUCCIÓN	FORMATO DE PLAN DE TRABAJO DIARIO	ORAL - PRESENCIAL	CADA DÍA	INGENIERO DE CAMPO
CONTROL DE PRODUCTIVIDAD	INFORME DE PRODUCTIVIDAD	INGENIERO DE CAMPO	INFORME DE PRODUCTIVIDAD	ORAL - PRESENCIAL	A LA NECESIDAD /RECOMENDABLE CADA QUINCENAL O MENSUAL	ÁREA DE PRODUCCIÓN
	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO	INGENIERO DE CAMPO	FORMATO DE PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO	ORAL - PRESENCIAL	A LA NECESIDAD /RECOMENDABLE CADA QUINCENAL O MENSUAL	ÁREA DE PRODUCCIÓN
	CURVA DE PRODUCTIVIDAD	INGENIERO DE CAMPO	GRAFICO	ORAL - PRESENCIAL	A LA NECESIDAD /RECOMENDABLE CADA QUINCENAL O MENSUAL	ÁREA DE PRODUCCIÓN
	CARTA BALANCE	INGENIERO DE CAMPO	FORMATO DE CARTA BALANCE	ORAL - PRESENCIAL	CADA SEMANA	ÁREA DE PRODUCCIÓN
	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	INGENIERO DE CAMPO	FORMATO DE NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	ORAL - PRESENCIAL	CADA SEMANA	ÁREA DE PRODUCCIÓN

**Figura 32. Estructura del control de productividad - Lean Construcción**

Fuente: (Flores, 2016)

Bajo los criterios arriba descritos y con el objetivo de mejorar o incrementar la productividad de las obras de edificación en la provincia de Tacna, se hará necesario aplicar lo siguiente:

### **Especialización del personal obrero**

Del análisis realizado en el presente trabajo de investigación, generalmente cuando se programan los trabajos en una obra, muchas veces no se respetan los plazos establecidos para la ejecución de estos trabajos, incrementándose los tiempos previstos. Esto puede suceder debido a diferentes causas, pero una de las más importantes es la lentitud con el que se desarrollan los trabajos, sobre todo en una etapa inicial, como por ejemplo: que el acero tarde más en ser habilitado e instalado, que los encofrados tarden más en ser habilitados, y que el vaciado tarde más tiempo en culminarse, adicional a esto es probable que estos trabajos no lleguen a tener la calidad esperada. Pero conforme va avanzando el desarrollo de la construcción, el personal obrero se va especializando en sus respectivas tareas, realizando el mismo trabajo en un menor tiempo y su trabajo tiene una mejor calidad. Esta

especialización del personal obrero se observa más claramente cuando la obra es más grande, donde los trabajos se ejecutan de manera más repetitiva y durante más tiempo.

Sin embargo, para sacar logro esta especialización no solo es necesario tener una gran obra, sino también hay que buscar una estandarización en los procesos, por ejemplo, que los varios elementos estructurales tengan las mismas dimensiones, que las dimensiones de todas las puertas sean las mismas, que el tipo de piso a instalar sea el mismo, que la configuración de los detalles de acabado sean los mismos, etc.

La especialización se muestra de manera más clara y objetiva en la curva de productividad, y es en esta curva que se puede apreciar cuanto demora una cuadrilla en realizar una unidad de producción para una determinada partida, desde el primer día hasta el último en que se realicen los trabajos.

### **Programación**

Es el proceso a través del cual se identifican y realizan las acciones necesarias para lograr la ejecución del plan de trabajo, el cual es diseñado durante el planeamiento de proyecto, con base en su desarrollo y a los detalles descritos en la documentación técnica. Entonces se puede decir que, la programación es el proceso mediante el cual se protege el plan de trabajo, asegurando su cumplimiento de acuerdo a lo previsto y a las metas establecidas del proyecto con un desempeño óptimo en lo que se refiere al plazo y costo del mismo.

Para alcanzar de manera eficiente los objetivos de la programación durante la etapa de la ejecución de la obra, se hace necesario definir una sectorización de todo el proyecto, tratando de dividir las áreas de trabajo de acuerdo a áreas y metros similares, de manera que el control de la productividad de cada sector sea similar a al resto. Además, se debe compartir esta información con todos los implicados, es decir: personal de campo (maestros, capataces, ingenieros) y así también a los arquitectos, proyectistas, encargados de presupuestar, área de ventas, etc.

El objetivo es tratar siempre de tener una única sectorización para todo el proyecto, es decir, para la parte de arquitectura, para acabados húmedos y secos, para la parte de venta, post-venta, etc.

Pasos para realizar la sectorización:

- El profesional encargado de la sectorización, deberá dividir el área total de trabajo en áreas pequeñas llamados sectores.
- Cada sector tendrá cantidades equivalentes de trabajo para tener un flujo continuo entre los sectores que se definan.
- Con esta sectorización se logra que cada actividad se efectuada por el mismo personal en más de una vez, lo que las cuadrillas se especializan en la labor que hacen y el tiempo de ejecución se reduzca.



**Figura 33. Ejemplo de sectorización de áreas de un proyecto**

Fuente: Elaboración propia

**Programación Lineal (Trenes de trabajo)**

Esta programación lineal que utiliza trenes de trabajo, a diferencia de otras técnicas de programación como el CPM (Critical Path Method), está basada en lograr volúmenes de producción similares por cada cuadrilla y por cada día que se labora en la obra. En este sentido, se logra eliminar los tiempos sobrantes por jornada laboral, que por definición son una pérdida en la productividad. El concepto de la



programación lineal, está basado en definir volúmenes de trabajos en porciones pequeñas, más manejables y por ende más fáciles de controlar. La programación de cada actividad se logra mediante el balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas para desarrollar una determinada actividad, de tal manera que la cantidad por ejemplo de la habilitación de acero, encofrado y concreto de una porción de obra sea similar con el resto de sectores, de esta forma se eliminan los tiempos de espera y los tiempos muertos.

Es muy importante indicar que existe un riesgo al realizar una programación de esta manera, ya que, comparando con el método tradicional de programación, todas las actividades se volverían parte de la ruta crítica, porque al no contar con holguras de tiempo, cada atraso generará atraso al resto de actividades que continúan. Sin embargo, para seguir este camino con la finalidad de lograr mayores beneficios en lo que se refiere a eficiencias y productividad, se tienen que asumir algunos riesgos calculados, que se basan en experiencias similares con buenos resultados.

Pasos para realizar los trenes de actividades:

- a) Una vez realizada la sectorización, el profesional encargado, deberá verificar y realizar el listado de actividades a ejecutar.
- b) Luego se deberá secuenciar las actividades (incluyendo colchones de tiempo de ser necesarios), mediante días para la ejecución de las actividades.
- c) Finalmente se deberá dimensionar los recursos, siendo estos, medrado típico por sector, rendimiento de la cuadrilla, cantidad de obreros a realizar la actividad, velocidad de producción.

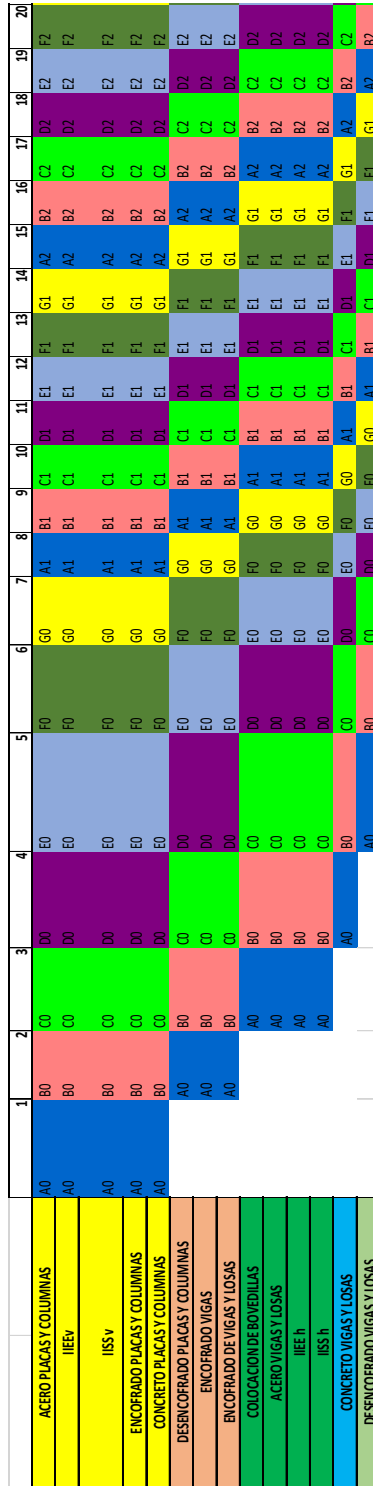


Figura 34. Ejemplo de programación de tren de actividades

Fuente: Elaboración propia

### **Look Ahead Planning (Lap) - Planificación Anticipada de Recursos**

La finalidad del LAP es anticiparse de manera adecuada a los requerimientos logísticos de la obra, por ejemplo, los materiales, mano de obra, equipos, herramientas, financiamiento e información. Está comprobado que la mayor parte de los problemas que ocasionan atrasos en la planificación, son responsabilidad de los profesionales a cargo de la obra. El LAP es un formato que presenta una lista de verificación que permite prever todos los requerimientos de manera anticipada. Entonces podemos decir que el LAP, sirve para garantizar la producción contra eventualidades externas del proyecto.

Sin embargo, frecuentemente se suele suponer que todos los factores que afectan la productividad de una obra son más que nada factores externos, que son difíciles de controlar. Es entonces que a través del uso del LAP, se logra prever, de forma anticipada, del impacto que pudiese suscitarse en nuestra producción por la mano de obra, los materiales, los equipos, la información y la parte económica.

Para lograr que el uso del LAP sea eficiente se requerirá que se cumplan los siguientes criterios:

- Debe contar con un cronograma actualizado.
- Debe ser elaborado con la participación del ejecutor.
- Debe tener una ventana de tiempo apropiada para el proyecto.
- Debe actualizarse al menos semanalmente para adelantarnos a cualquier eventualidad y así sistematizar los procesos.

#### **Pasos para realizar el Look A head:**

- a) Definición de actividades: se definen todas las actividades a realizar por cada uno de los entregables.
- b) Secuenciar actividades: identificar y documentar las dependencias entre las actividades.
- c) Estimar los recursos de las actividades: determinar cuáles son los recursos (personas, equipo y material), y la cantidad que cada recurso utilizará, y cuando tendrá la disponibilidad cada recurso para realizar actividades del proyecto.

- d) Estimar la duración de las actividades: estimar la duración en periodos laborables que se requieren para completar cada actividad.
- e) Desarrollar el cronograma: Consiste en determinar fechas de inicio y fin planificadas para las actividades del proyecto. Se analizan las secuencias y duración de las actividades, los requisitos de los recursos y las restricciones, esto para crear un cronograma realista y efectivo.

LOOK AHEAD

DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	UND	CANT. TOTAL	FECHA DE INICIO	SEMANA 1							SEMANA 2															
				L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D									
SECTORIZACION																										
ACERO DE COLUMNAS Y PLACAS	KG	194029.23	12/02/2018	4170.7	4621.75	4138	5482.1	5530.17																		
ENCOPRADO DE COLUMNAS Y PLACAS	M2	11040.3	12/02/2018	2262.2	2545.8	317.3	3042.6	286.7																		
VACADO DE COLUMNAS Y PLACAS	M3	14657.1	12/02/2018	2538	3253	7949	3908	38.12																		
DESENCOFRADO DE PLACAS Y COLUMNAS	M2	11040.3	13/02/2018																							
ENCOPRADO DE VIGA	M2	4698.18	13/02/2018																							
ENCOPRADO DE LOSA	M2	5088.7	13/02/2018																							
ACERO DE VIGAS Y LOSAS	KG	290980.95	14/02/2018																							
VACADO DE VIGAS Y LOSAS	M3	2157.7	15/02/2018																							
DESENCOFRADO DE VIGAS Y LOSAS	M2	10507.05	16/02/2018																							

Figura 35. Ejemplo formato de Look a Head de un proyecto

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis de Restricciones**

El análisis de restricciones consiste en analizar todas las actividades del Look Ahead de Producción (LAP), de una meta determinada, y así poder identificar los posibles problemas o limitaciones que pudiesen ocurrir, de tal manera que las actividades programadas no pudiesen ejecutarse en su fecha. En otras palabras, hay que identificar los mayores riesgos que pudiesen retrasar el desarrollo de un trabajo determinado (cuellos de botella).

Para lograr que el uso el análisis de restricciones sea eficiente se requerirá que se cumplan los siguientes criterios:

- Debe partir del análisis de cada actividad del Look Ahead de Producción.
- Debe ser realizado en coordinación de la Oficina Técnica y la de control de la producción.
- Cada restricción identificada, tanto para su control y su levantamiento de ser el caso, debe ser asignada a un responsable con un plazo razonable definido.
- No solo debe centrarse en la etapa de ejecución, debe abarcar todo tipo de temas: Contractuales, Logísticos, Ingeniería, etc.

### **Pasos para realizar el Análisis de Restricciones:**

- a) Verificar el listado de actividades.
- b) Revisión de restricciones que pudiesen tener cada una de estas actividades, se determina su estado dentro de la planificación Look A head con respecto a sus restricciones, se analiza que posibilidades existen de eliminarlas antes del comienzo programado de la actividad, o si existe la necesidad de adelantarlas o atrasarlas con respecto al programa maestro.
- c) Se consolidan todas las restricciones, se hace una revisión y preparación de las restricciones, cada área ya sea de producción u oficina técnica tendrá que realizar su descargo ante la identificación de alguna restricción, ante las otras áreas que también están implicadas.

- d) Se toman las acciones necesarias para eliminar restricciones o las limitaciones de las actividades en todas las áreas implicadas, para así iniciar la actividad en el mejor momento determinado.

ACTIVIDAD	ANALISIS DE RESTRICCIONES							DESCRIPCION DE RESTRICCION	RESPONSABLE	FECHA DE ENTREGA
	SEGURIDAD	PLANEAMIENTO	RECURSOS	ACTIVIDADES PRECEDENTES	RESTRICCIONES	RESTRICCIONES	RESTRICCIONES			
<b>ACERO VERTICAL</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 40 trabajadores								PARA EL EPP SE REQUIERE ESCALERA + LINEA DE VIDA SE REQUIERE EL AREA DE TRABAJO CON 01 DIA DE ANTICIPACION SE REQUIERE QUE SE CULMINE EL VACIADO DEL PISO ANTERIOR	LOGISTICA - SEGURIDAD CUADRILLA PREDECESORA CUADRILLA PREDECESORA	
<b>HIS</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 5 trabajadores								PERSONAL PARA LA HABILITACION DE AGUA Y DESAGUE LIBERAR ACTIVIDAD DE TRAZO TOPOGRAFICO Y ACERO APROBACION DE ESCALERAS Y LINEA DE VIDA	RECURSOS HUMANOS CALIDAD - SUPERVISION SEGURIDAD	
<b>HIE</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 8 trabajadores								SE REQUIERE UN PLAN DE TRABAJO ENTREGADO EN HORAS INDICADAS (ENCOPRADO DE TECHO, AC)	AREA DE INGENIERIA DE OBRA	
<b>ENCOPRADO VERTICAL</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 28 trabajadores								ENCOPRADO CARAVISTA DISPONER DE IOP+1A.Y PARA APOYO EN CASO DE CONTINGENCIA	LOGISTICA RECURSOS HUMANOS	
<b>VACIADO VERTICAL</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 12 trabajadores								AREA LIBERADA Y LIMPIA PARA ENTRAR A TRABAJAR APROBACION HECHA PARA LAS ACTIVIDADES ANTES DE ENTRAR	CUADRILLA PREDECESORA CALIDAD - SUPERVISION	
<b>ENCOPRADO HORIZONTAL</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 60 trabajadores								MATERIALES NO SIEMPRE LLEGAN A TIEMPO (ACCESORIOS) - SOLICITUD ANTICIPADA NO ESTA SIEN	LOGISTICA	
<b>ACERO HORIZONTAL</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 60 trabajadores								PARA EL EPP SE REQUIERE ESCALERA + LINEA DE VIDA SE REQUIERE EL AREA DE TRABAJO CON 01 DIA DE ANTICIPACION	SEGURIDAD - LOGISTICA CUADRILLA PREDECESORA	
<b>VACIADO HORIZONTAL</b> Responsable Cuadrilla CAPATAZ 8 trabajadores								AREA LIBERADA Y LIMPIA PARA ENTRAR A TRABAJAR APROBACION HECHA PARA LAS ACTIVIDADES ANTES DE ENTRAR EQUIPOS - VIBRADORA, REGLAS, EXTENSIONES, COMPRESOR DE AIRE (PROPIOS) CONCRETO EN OBRA. APROBACION DE ANDAMIOS Y ESCALERAS	CALIDAD CALIDAD LOGISTICA - PRODUCCION PRODUCCION SEGURIDAD DE OBRA SUPERVISION	
FECHA:	Aprobado por:									
	Firma:									

**Figura 36. Ejemplo formato de análisis de restricciones de un proyecto**

Fuente: Elaboración propia

**Plan de trabajo semanal**

Es un cronograma que considera únicamente las actividades sin restricciones de la programación lookahead, nos referimos a aquellas actividades que cuentan con todos los requerimientos (materiales, mano de obra, trabajos precedentes concluidos, etc.) para ser ejecutados durante la semana.

El plan semanal es elaborado con anticipación por el ingeniero residente y presentado el último día de trabajo de cada semana para su aprobación, con el cual se verifican si todos los trabajos que habían sido programados para esa semana fueron concluidos al 100%, caso contrario de deberá considerar esta actividad de

manera prioritaria para ser terminada durante los primeros días de la semana siguiente, de tal manera que se apliquen las correcciones necesarias para garantizar que el desarrollo del plan general programado.

### Pasos para realizar el Plan Semanal:

- Realizar el listado de actividades a ejecutarse en la semana.
- Colocar el número de semana y la fecha de cada día de la semana.
- Colocar el metrado promedio de cada sector para ejecutar en la semana.
- Por día colocar el metrado y sector a ejecutar para poder verificar el cumplimiento del metrado a realizar.
- Realizar el levantamiento de restricciones posibles para cada partida.

#### PLAN SEMANAL

OBRA:  
SEMANA:  
FECHA:

ELABORADO POR:

ITEM	ACTIVIDAD	UND.	Metrado promedio por sector	SEMANA XX (XX AL XX DE XXX)					RESTRICCIONES					
				LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	ACTIVIDADES PRECEDENTES	FRENTE DE TRABAJO	MATERIAL	MANO DE OBRA	EQUIPOS DE TRABAJO	CONDICIÓN
				10	11	12	13	14						
1	SUPERESTRUCTURA			A1	A2	A3	A4	A5	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.01	Habilitación de acero verticales	kg		A0	A1	A2	A3	A4	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.02	Habilitación de encofrado verticales	m2			A0	A1	A2	A3	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.03	Colocación de acero verticales	kg				A0	A1	A2	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.04	Encofrado verticales	m2					A1	A2	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.05	Concreto de verticales	m3					A1	A2	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.06	Habilitación de acero en vigas	kg					A1	A2	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.07	Habilitación de encofrado en vigas	m2					A0	A1	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.08	Encofrado de fondo en vigas	m2					A0	A1	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.09	Colocación de acero en vigas	kg					A0	A1	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.1	Encofrado de tapas en vigas	m2					A0	A	COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.11	Habilitación de acero en losas	kg							COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.12	Habilitación de encofrado en losas	m2							COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.13	Encofrado de losas	m2							COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.14	Ladrillos	UND.							COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.15	Colocación de acero en aligerados	kg							COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.16	Instalación de IIS e IIE	pto							COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO
1.17	Concreto en losas y vigas	m3							COMPLETO	HABILITADO	DISPONIBLE	DISPONIBLE	DISPONIBLE	LIBERADO

**Figura 37. Ejemplo formato de un plan semanal para un proyecto**

Fuente: Elaboración propia

### Plan diario

Son planificaciones diarias, las cuales están diseñadas para balancear la capacidad de producción real de las cuadrillas existentes respecto de la cantidad de trabajo que se les asigna.

Lo más común en las obras, es que se les asigne a las cuadrillas metas de cumplimiento semanal, pero para garantizar esto se hará necesario contar con un

plan diario en aquellos casos que lo requiera el Proyecto, en función de sus características y/o metodología de programación elegida.

El plan diario consiste en elaborar un programa que contemple las actividades de producción a efectuar durante el día, y se elaborará de acuerdo a los mismos criterios con los que se elabora en Plan Semanal.

La planificación diaria debe incluir:

- Todas las actividades que se realizarán durante el día, con el responsable de cada cuadrilla.
- El número de obreros por cada cuadrilla, así como el número total de cuadrillas que desarrollen la misma actividad.
- El metrado de cada actividad que se realizará.
- La velocidad de producción de cada cuadrilla.
- A partir de los valores anteriores, se calcula el rendimiento para cada actividad.

### **Herramientas para el control de productividad**

Normalmente cuando se habla de mejorar la productividad, la mayoría de profesionales se enfoca principalmente en la mano de obra, aunque también puede ser aplicado con igual efectividad al equipo y maquinaria. Entonces para esto se hace necesario el uso de herramientas que nos permitan controlar la productividad de la mano de obra en cada partida durante la ejecución del proyecto.

Para este fin es indispensable controlar de forma diaria los rendimientos que es el cociente de estas horas hombre (HH) y las horas maquina (HM), consumidas entre los volúmenes de producción real obtenidos en obra.

Las herramientas de control de la mano de obra deben incluir, dentro de la información que nos entregan para cada partida, lo siguiente:

- Horas hombre y/o horas máquina consumidas durante la semana.
- Horas hombre y/o horas máquina acumuladas hasta la fecha.



- Horas hombre y/o horas máquina totales asignadas a la partida en cuestión en el presupuesto inicial de obra.
- Rendimiento Presupuestado.
- Rendimiento semanal real.
- Horas hombre y/o horas máquina ganadas/perdidas a la fecha.
- Horas hombre y/o horas máquina ganadas/perdidas proyectadas a fin de obra.

Adicionalmente, debido al nivel de planificación que se puede llegar a obtener en el sistema propuesto, es importante indicar que el control de forma diaria garantiza el cumplimiento de las metas propuestas ya que te genera un tiempo de reacción más rápido ante cualquier retraso o eventualidad. También es recomendable, acompañar el cuadro informativo, con algún gráfico que facilite el entendimiento y análisis del rendimiento en cuestión, por ejemplo, se puede incluir una curva con los rendimientos del presupuesto, una curva con los rendimientos diarios y otra con el rendimiento promedio acumulado a la fecha, de tal manera que se nos permitirá conocer cuánto de lo que fue previsto ejecutar según la programación del plan semanal, se llegó a ejecutar realmente en obra, así como conocer la cantidad de trabajo que se realiza en la semana (metrados ejecutados) y las horas hombre y/o horas máquina que fueron utilizadas durante esa semana para la ejecución de las partidas.

Pasos para realizar el informe de Productividad:

- a) Este informe, se llena; realizando un listado de las actividades desarrolladas.
- b) Se coloca los días en que se ejecutaron las partidas.
- c) Se realiza el metrado en campo, colocando los valores reales por día.

**INFORME DE PRODUCTIVIDAD**

OBRA:  
PARTIDA:  
RENDIMIENTO:  
METRADO ACTUAL:

DESCRIPCIÓN	1/12/2019	2/12/2019	3/12/2019	4/12/2019	5/12/2019
ASENTADO DE MURO DE SOGA	8	10	7	10	8

**Figura 38. Formato para el informe de Productividad / Rendimiento para un proyecto**

Fuente: Elaboración propia

**Porcentaje de plan cumplido (PPC)**

El cálculo del porcentaje del plan cumplido (PPC), se hace en base al plan semanal o a la programación diaria y hay que tener en cuenta lo siguiente:

$$\text{PPC} = \text{Cantidad de tareas completadas} / \text{Total de tareas programadas}$$

Se debe considerar solo las tareas realizadas al 100%, no se toman en cuenta las tareas con avance parcial.

**Pasos para realizar el Porcentaje de Plan Cumplido:**

- a) Primeramente, se muestra los meses, las semanas y días, que se evaluarán, para realizar el análisis de confiabilidad.
- b) Las tareas programadas, las identificamos del Plan Semanal, teniendo el metrado por semana y detallamos el acumulado, para reflejar el avance dado por mes.
- c) Las tareas realizadas lo identificamos del informe de productividad, mostrando el metrado del avance semanal y el acumulado.
- d) El PPC, lo hallamos de la fórmula detallada líneas arriba.

## PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO

OBRA:  
 PARTIDA: ASENTADO DE MURO  
 UNIDAD: M2  
 FECHA:

MES	SEMANA	HASTA EL DIA	TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		PPC	
			SEMANTAL	ACUMULADO	SEMANTAL	ACUMULADO	SEMANTAL	ACUMULADO
ENERO	1	7	85	85	75	75	88%	88%
	2	14	85	170	80	155	94%	91%
	3	21	85	255	92	247	108%	97%
	4	28	85	340	75	322	88%	95%
FEBRERO	1	4	85	425	80	402	94%	95%
	2	11	85	510	80	482	94%	95%
	3	18	85	595	85	567	100%	95%
	4	25	85	680	85	652	100%	96%
MARZO	1	4	85	765	90	742	106%	97%
	2	11	85	850	75	817	88%	96%
	3	18	85	935	75	892	88%	95%

**Figura 39. Formato para el control del porcentaje de cumplimiento de un proyecto**

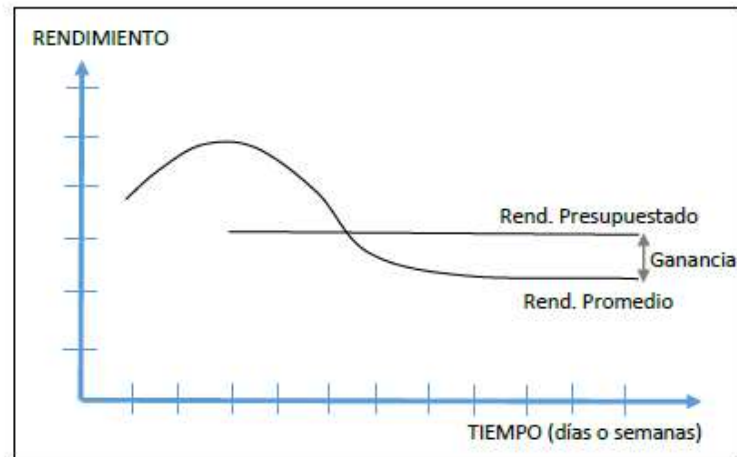
Fuente: Elaboración propia

### Curva de Productividad

Mediante la curva de productividad se puede apreciar de forma gráfica los resultados obtenidos, de los rendimientos de las cuadrillas de trabajo. Para construir una curva de producción se coloca en el eje de las abscisas los días y en el eje de las ordenadas los rendimientos obtenidos por cada día.

La curva de productividad nos muestra de una manera más clara los resultados obtenidos a través de la implementación de las filosofías Lean Construction, como son el uso de la sectorización y del tren de actividades, verificándose si efectivamente se logra incrementar progresivamente la eficiencia con que se ejecutan los trabajos, debido al proceso de especialización de los trabajadores en las labores, las cuales realizan a lo largo del proceso de construcción de la obra.

La curva de productividad también puede mostrar la velocidad (en vez del rendimiento) que van teniendo una determinada cuadrilla día a día. Cuando la actividad que se está analizando abarca muchos días de ejecución, se recomienda pasar la unidad de tiempo en las abscisas de día a semanas, así el grafico se hace más fácil de mostrar, leer e interpretar.



**Figura 40. Curva de producción**

Fuente: (Buleje, 2012)

Como se muestra en la imagen, normalmente cuando se empieza una actividad, el rendimiento presupuestado está por debajo del rendimiento real promedio, lo que indica que hay un mayor requerimiento de horas hombre para cumplir las metas establecidas, del que se había previsto para completar una determinada partida, y se refleja en una pérdida económica. Sin embargo, este suceso es algo normal y ocurre muchas veces porque la cuadrilla recién está empezando, pero al pasar del tiempo se tiene un aprendizaje más acelerado que en los primeros días, y finalmente llega a un nivel óptimo en el cual se tiene el rendimiento igual o incluso superior al rendimiento presupuestado, con lo que se tiene una mejora de la productividad.

### **Carta balance**

En los resultados que se puede apreciar en una Carta Balance, se puede ver las actividades realizadas por cada trabajador. Donde se observa al detalle qué tiempo ha invertido este trabajador en realizar actividades del tipo productivos (TP), contributorios (TC) y no contributorios (TNC).

Por lógica uno podría decir que el trabajador que tiene mayor TP es el “mejor trabajador”. Sin embargo, si realizamos un análisis más exhaustivo de una

actividad como, por ejemplo, levantar un muro de albañilería cuya cuadrilla sería un albañil (operario) y su ayudante (peón) las actividades del operario son netamente productivas: colocar ladrillo, colocar mortero, asentar ladrillo, mientras que las actividades del peón son netamente contributorios: cargar ladrillo, cargar bolsas de cemento, cargar agregados, realizar la mezcla, acomodar ladrillo, limpieza de la zona de trabajo.

Por lo tanto, el porcentaje de tiempo que utiliza una cuadrilla en TP y TC debe compararse con el tiempo que utiliza otra cuadrilla en la misma actividad, de esta manera se puede comparar cuadrillas diferentes que realicen una misma actividad o también se puede comparar el trabajo de una misma cuadrilla en días distintos como lunes y viernes.

Ahora bien, si se analiza que un trabajador tiene un alto porcentaje en TNC, hay que analizar también con cuidado ya que esto puede deberse a que simplemente no tiene frente de trabajo y no puede avanzar por más que quisiera.

Sin embargo, cuando se analiza la misma actividad en diferentes trabajadores, como por ejemplo instalación de acero en losas, si se puede comparar estos resultados y llegar a conocer que trabajador es más eficiente o productivo.

Otra cosa a considerar durante la aplicación de la carta balance es que, si los trabajadores saben que están midiendo su trabajo, estos podrían actuar de forma distinta, influyendo esto en el resultado final. Este riesgo se puede reducir si la aplicación de la carta balance, se realiza de manera indistinta, en diferente día y a diferente hora.

#### Pasos para realizar la Carta Balance:

- a) Se escoge una actividad específica.
- b) Se debe observar esta actividad desde un punto fijo.
- c) Donde se indica recursos, se coloca el nombre del trabajador y su cargo.
- d) En clasificación de trabajo, se coloca en números, la actividad específica que realiza el trabajador, por ejemplo, en tiempo no contributorio (descanso, traer herramientas, etc.), en tiempo productivo (asentar el ladrillo, echar la mezcla, etc.).

- e) Se toma el tiempo de cada obrero por cada minuto.
- f) Se realiza la suma de cada trabajador, separándolo en tiempos productivos, contributivos y no contributivos. Teniendo así, la cantidad de tiempo que utiliza en cada actividad.
- g) Se recomienda realizar esta práctica en diferentes horas del día.

CARTA BALANCE							
PROYECTO:							
FECHA:							
HORA DE INICIO: 08:00 HORA DE TERMINO: 8:30 a. m.							
PARTIDA: ASIENTO DE MURO							
TIEMPO (min)	OBRERO						OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	6	
1	1	35					
2	1	35					
3	2	35					
4	2	7					
5	2	7					
6	2	7					
7	8	7					
8	8	7					
9	8	5					
10	7	5					
11	7	5					
12	53	5					
13	53	5					
14	1	53					
15	1	53					
16	1	53					
17	1	53					
18	1	53					
19	1	53					
20	1	53					
21	2	53					
22	2	53					
23	2	53					
24	2	95					
25	2	95					
26	2	95					
27	2	95					
28	2	95					
29	2	95					
30	2	95					
RESULTADOS							
TP	20						
TC	5	35					
TR	2	20					

CLASIFICACIÓN DE RECURSOS	
	NOMBRE/ABRIGO
RECURSO 1	OPERARIO
RECURSO 2	PIÓN
RECURSO 3	
RECURSO 4	
RECURSO 5	
RECURSO 6	

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO	
TIEMPO PRODUCTIVO	
1	ASIENTO DE MURO
2	CONCRETO DE JUNTAS
3	
4	
5	
6	
TIEMPO CONTRIBUTIVO	
7	PREPARADO DE MEZCLA
8	NIVELADO DE LADRILLO
9	ABASTECER A OBRERO
10	
11	
12	
TIEMPO NO CONTRIBUTIVO	
13	ESPERA
14	DESCANSO
15	TIRAR HERRAMIENTAS
16	TIRAR SALADA Y MATERIALES
17	

**Figura 41. Formato de Carta Balance para controlar la productividad**

Fuente: Elaboración propia

### Nivel general de actividades (NGA)

Esta herramienta nos permite saber cómo se distribuye el tiempo durante la ejecución de las partidas, y a partir de los resultados que nos proporciona, se busca

aumentar el Trabajo Productivo, disminuir el Trabajo Contributorio y eliminar el Trabajo No Contributorio.

La medición del Nivel General de Actividad se hace con la finalidad de tener un indicador claro de la eficiencia con que se están realizando los trabajos en toda obra.

De acuerdo a (Serpell, 2002), mientras más observaciones puntuales se tengan los datos obtenidos serán más confiables, por lo que se debería realizar la medición a lo largo de la jornada de 8 horas, sin embargo, las empresas que aplican técnicas dirigidas contar con mejoras continuas de los procesos constructivos normalmente realizan de tres a cuatro mediciones.

Al igual que la carta balance, el nivel general de actividades, mide los tiempos productivos (TP), contributorios (TC) y no contributorios (TNC), pero de las actividades que se realizan en general de una obra. Para poder comparar los resultados obtenidos en el nivel general de actividad de dos obras distintas hay que tomar en cuenta los siguientes detalles:

- El día en que se realiza la medición del nivel general de actividad deben encontrarse en marcha todas las actividades.
- Las actividades en marcha al momento de la medición deben ser parecidas o similares. Algunas actividades por su naturaleza tienen altos tiempos contributorios como la etapa de movimiento de tierras, mientras que otras etapas de la obra tienen altos tiempos productivos como es el caso de la parte de acabados.
- Para que la medición del nivel general de actividades en una obra sea más confiable, lo ideal es poder realizar la medición en una obra de grandes dimensiones, donde se están ejecutando diversas actividades de diferente tipo al mismo tiempo.

Hay que indicar que cada partida posee sus propios tipos de trabajos, sin embargo, para realizar la medición del NGA, se debe establecer una lista con los trabajos contributorios y no contributorios, que se presentan con mayor incidencia

en todas las partidas en evaluación. Esto se hace con la finalidad de tener una lista no tan extensa de este tipo de trabajos, que dificultarían el proceso de toma de datos y además el objetivo de esta herramienta, es como su nombre lo dice solo conocer la clasificación de los tiempos a nivel general, por ello se tiene que tratar de ser lo más puntual y no profundizar en tantos detalles.

A continuación, se presenta algunos ejemplos donde se agrupan los trabajos según su tipo, según sean trabajos contributorios y no contributorios.

- **Trabajo Contributorio**
  - Recibir y dar instrucciones
  - Limpieza de zona de trabajo
  - Asegurar el perímetro de trabajo
  - Acarreo de los materiales y equipos
  - Toma de medidas y plantillado
  - Habilitación de materiales y accesorios
- **Trabajo No Contributorio**
  - Tiempos de espera
  - Trabajos rehechos
  - Tiempo inactivo

Para el caso de los trabajos productivos no se realiza este tipo de agrupación, ya que cada partida tiene sus propios trabajos productivos bien definidos.

Pasos para realizar el nivel general de actividades:

- a) Hacer un listado de las partidas a analizar.
- b) Clasificar los trabajos en grupos de trabajos contributorios y no contributorios.
- c) Las mediciones se efectuarán en días en donde las labores se estén llevando con normalidad.



- d) Asignar un número a cada actividad que se realiza, siendo estos contributorios (preparar mezcla, cortar fierros, etc.), no contributorios (descanso, traer materiales, etc.).
- e) Realizar la sumatorias de los tiempos que se utilizan en el tiempo del análisis.

#### NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

OBRA:  
FECHA:

MED.	ACTIVIDAD	TP	HORA DE INICIO				HORA DE TERMINO			
			TC				TNC			
			1	2	3	4	1	2	3	4
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
<b>TOTAL DE TIEMPO</b>										

#### CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO

TIEMPO CONTRIBUTORIO	TIEMPO NO CONTRIBUTORIO
1 _____	1 _____
2 _____	2 _____
3 _____	3 _____
4 _____	4 _____

**Figura 42. Formato del Nivel General de Actividades para controlar la productividad**

Fuente: Elaboración propia

### **Mejorar la calidad de los proveedores y subcontratistas**

Es fundamental que el cambio de mentalidad parta de las personas que están directamente involucradas en el proyecto de la ejecución de la obra, de tal manera que se facilite e impulsen los procesos para la optimización de la productividad, sin embargo es muy probable que se tenga que contar con el apoyo de terceros como los subcontratistas y los proveedores de bienes y servicios, y dependiendo del tipo de obra, el porcentaje de subcontratos especializados pueden llegar a ser alto con respecto del trabajo que realiza directamente.

Considerando esto anterior, se hace importante transmitir los conceptos y la filosofía que ofrece el Lean Construction a los subcontratistas y proveedores con los que vayamos a trabajar, con la finalidad de no interrumpir la mejora continua de la productividad y contagiarles el entusiasmo por la aplicación de estos conceptos, cuyo objetivo es tener mayores ganancias.

### **Costo de implementación del nuevo sistema de gestión**

La implementación de este sistema de gestión de construcción para mejorar el control de la productividad traerá muchos beneficios, pero, como en todo proceso existe la necesidad de contar con un periodo de aprendizaje y adaptación que inicialmente pueden presentar desafíos y cierta problemática. Sin embargo, estos problemas no tendrán una incidencia directa sobre la parte económica del proyecto, ya que más que nada es un cambio de mentalidad, ya que pasado el periodo de adaptación y al mediano y largo plazo, se reducirán los costos, debido a que el nuevo sistema ha sido diseñado para reducir y/o eliminar pérdidas y eso significa reducir costos en la ejecución de obras, mejorando factores claves que mejoran la productividad como son la eficiencia de la mano de obra y la eficiencia del planeamiento de obras.

Para mejorar la eficiencia en el manejo de logística se requiere que los materiales sean requeridos justo a tiempo y conforme a las normas legales establecidas; también es necesario para mejorar el manejo de la parte logística, realizar coordinaciones permanentes con la oficina encargada de realizar el

abastecimiento de los materiales y para que estos materiales, dentro de lo posible siempre sean recepcionados en las mismas obras.

Se debe impulsar la mejora continua de la toda la mano de obra y de la parte toda técnica a través de la capacitación y entrenamiento constante de todos los trabajadores.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

#### **Primera conclusión**

Se ha desarrollado una propuesta para mejorar el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia Tacna, mediante el uso de las herramientas Lean Construction.

#### **Segunda conclusión**

El presente trabajo de investigación, propone procesos y formatos, ya han sido probados y comprobados a nivel nacional e internacional con muy buenos resultados, por lo que serían una adecuada solución a la problemática encontrada, de tal manera que se incorporen mejoras para tener una buena planificación, una buena programación y mejorar la sincronización de los trabajos de forma diaria y semanal, entre todos los individuos que participen en los procesos de los proyectos de obras de edificación y así de esta manera se podrán alcanzar las metas de forma efectiva, generando más ganancias y eliminando la mayor cantidad de pérdidas.

#### **Tercera conclusión**

Se analizó el estado situacional del control de la productividad en la ejecución de obras de edificación de la provincia de Tacna durante el período 2019, mediante el uso de herramientas como el nivel de general de actividades (NGA), la carta balance (NCB) y la prueba de los 5 minutos (P5M) y se ha comprobado que estas obras, tienen una baja productividad comparado con los estándares nacionales indicados, lo que genera mayor tiempo de ejecución y a razón de esto, mayores costos de inversión.

**Cuarta conclusión**

Por lo indicado anteriormente, se puede concluir que la productividad en obras de edificación en la provincia de Tacna durante el período 2019, se ha visto afectada por diversos factores que incrementan los tiempos no contributivos (TNC) y por ende reducen los tiempos productivos (TP), estos factores son principalmente los tiempos de espera, ocio y otras actividades que no contribuyen a la realización de los procesos. Por lo que es necesario incorporar métodos de gestión y capacitación continua, mediante el uso de herramientas ya probadas y comprobadas a nivel nacional e internacional, como es el caso de la filosofía LEAN, específicamente en la rama de LEAN CONSTRUCTION.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

### **Primera recomendación**

Se recomienda a las empresas privadas y entidades públicas, la implementación en sus normas y directivas vigentes, la utilización de los procesos, procedimientos y formatos planteados, en el presente trabajo de investigación, de tal manera que se puedan detectar los factores que no optimizan la productividad y con ello poder tomar decisiones de mejora.

### **Segunda recomendación**

Se recomienda que el control de la gestión de productividad propuesto, deberá ser aplicado y supervisado por los profesionales responsables de la ejecución de los proyectos de edificación (residentes y supervisores de obra). De tal manera que se garantice el cumplimiento del uso de estas herramientas.

### **Tercera recomendación**

Se recomienda promover y fomentar la filosofía Lean Construction a nivel general, tanto en las entidades públicas y en las empresas privadas de construcción, de tal manera que se pueda renovar el pensamiento de todos los involucrados en la ejecución de proyectos y así optimizar los procesos constructivos, lo cual se verá reflejado en la optimización del presupuesto y del cronograma de obra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballard y Howell, B. G. (1998). Shielding production: Essential step in production control. *Journal of Management in Engineering*, (1), 11-17.
- Botero, L. (2004). Guía de Mejoramiento Continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento). Medellin, Colombia.: Revista Universidad EAFIT.
- Botero, L., Ramírez, C., & Álvarez, M. (2007). Sistema de referenciación para la construcción. Medellín-Colombia: Bench Colombia.
- Brioso, X. M. (2015). Teaching Lean Construction Pontifical Catholic University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. *PROCEDIA ENGINEERING* - Volumen: 123, 85 - 93.
- Buleje, K. (2012). Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construcción. Lima - Perú: Facultad de Ciencias e Ingeniería - Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Castro y Ruiz, P. P. (2014). Optimización del desempeño del proyecto de edificación nuevo centro de salud a desarrollarse en el distrito de Luya - Luya - Amazonas, aplicando la metodología Lean Construction. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Cisneros, V. L. (2011). Metodología para la reducción de pérdidas en la etapa. Mexico - Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Flores, D. (2016). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA. Puno - Peru: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.
- García-Cantú-Mereano-Gallina. (2009). PRODUCTIVIDAD REAL EN OBRAS CIVILES. Mendoza - Argentina: Facultad de Ingeniería, UNCuyo. Centro Universitario (5500).

- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Colombia: McGrawHill.
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report No. 72, Center for integrated facility engineering CIFE. Department of civil, Stanford University, (1), 75.
- Koskela, L. (2002). Design management in building construction: from theory to practice. Journal of Construction Research, 16-31.
- Linker, J. (2006). Las claves del éxito de Toyota. Barcelona-España: Profit.
- Martínez, R. J. (2011). Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Pinto, S. A. (2010). Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en proyectos de construcción. Santiago - Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Pons Achell, J. (2014). Introducción a Lean Construction. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Porráz Díaz, H. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Avances: Investigación en Ingeniería, 32-34.
- Quispe, R. E. (2017). Aplicación de "lean construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017. Lima - Perú: Universidad César Vallejo.
- Ruiz, J. (2015). Modernización de la gestión pública. La calidad como estrategia de modernización. Madrid: INAP-UIMP.
- Sánchez-Cruz-Benavides, C. A.-R.-S. (2014). Implementación del sistema Lean Construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Serpell, A. (2002). Administración de operaciones de construcción. Colombia: Alfaomega.



# **ANEXOS**

**ANEXO 1:  
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN				
"PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019"				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</b>	<b>1. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>1. HIPÓTESIS GENERAL</b>		
¿De qué manera la propuesta del uso de las herramientas Lean Construction mejorarían el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019?	Desarrollar una propuesta de mejora para el control de la productividad, mediante el uso de las herramientas Lean Construction, durante la ejecución de obras de edificación en la provincia Tacna en el período 2019.	La aplicación de las herramientas Lean Construction permitirá mejorar de manera eficiente el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.	<p><b>Variable Independiente (X)</b></p> <p>X: HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel general de actividad de obra (NGA)</li> <li>- Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB)</li> <li>- Prueba de los cinco minutos (P5M)</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente (Y)</b></p> <p>Y: PRODUCTIVIDAD</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de los Rendimientos</li> <li>- Cumplimiento de la Programación de Obra</li> </ul>	<p><b>-Tipo de Investigación</b></p> <p>Descriptiva: se trabaja sobre la realidad de los hechos y sus características esenciales. Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del fenómeno de estudio, el objetivo no solo es la recolección de datos, sino que con ello formular un plan.</p> <p><b>-Diseño de la Investigación</b></p> <p>El diseño de la investigación es de carácter no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente los indicadores, lo que hace es observar tal y como se realiza las actividades desarrolladas.</p> <p><b>-Ámbito de Estudio</b></p> <p>Mediante encuestas, fichas y/o entrevistas se realizarán a ingenieros civiles y arquitectos con experiencia en la ejecución de proyectos de edificación, en la provincia de Tacna.</p> <p>El tiempo corresponde al año 2019, durante los meses de julio a noviembre.</p> <p><b>-Población</b></p> <p>La población está conformada por 1272 ingenieros civiles y arquitectos con experiencia en la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna.</p> <p><b>-Muestra</b></p> <p>La muestra estará constituida por 30 ingenieros civiles y arquitectos de experiencia en la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna.</p>
<b>2. INTERROGANTES ESPECÍFICAS</b>	<b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>		
a) ¿La no implementación de herramientas y procedimientos Lean Construction inciden en el bajo control de la productividad de las obras de edificación en la provincia Tacna en el período 2019?	a) Proponer procesos, procedimientos y formatos de control que estén enmarcados dentro de la filosofía Lean Construction, que mejoren el control de los factores que inciden en la productividad de las obras de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.	a) La implementación de una propuesta de gestión, mediante el uso de adecuados procedimientos y formatos, que estén enmarcados dentro de la filosofía Lean Construction, permitirá mejorar el control de la productividad en obra, de manera ordenada y estructurada, en los proyectos de edificación en la provincia de Tacna en el período 2019.	<p>X1: ESTADO SITUACIONAL DE LA GESTIÓN DE PRODUCTIVIDAD</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de documentos de gestión de productividad</li> </ul>	<p>De la recolección de datos por encuestas, se sistematizará la información de acuerdo a la formulación del problema, de los objetivos y la hipótesis de la investigación.</p> <p><b>-Instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Encuestas aplicadas a ingenieros civiles y arquitectos con experiencia, para identificar el estado situacional, las condiciones y procedimientos, en la gestión de productividad en los procesos constructivos en proyectos de edificación.</li> </ul>
b) ¿Cuáles son los niveles de gestión para el control de la productividad, durante la ejecución de obras de edificación en la provincia Tacna en el período 2019?	b) Analizar el estado situacional de la gestión para el control de la productividad en la ejecución de obras de edificación de la provincia de Tacna en el período 2019.	b) La gestión de la productividad mediante el uso de métodos tradicionales, es de bajo nivel, en los proyectos de edificación de la provincia de Tacna en el período 2019.	<p>X2: PROCESOS, PROCEDIMIENTOS Y FORMATOS</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceptación y uso de documentos de gestión de productividad enmarcados en la filosofía Lean Construction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Formatos (NGA, NCB y P5M) para la recolección de datos de la productividad en obras de edificación que se están ejecutando en la provincia de Tacna durante el año 2019.</li> </ul>

**ANEXO 2:  
ENCUESTA**

**ENCUESTA PARA EL DESARROLLO DE TESIS DE INVESTIGACIÓN**

Esta encuesta se realiza en el marco de la Tesis de Investigación para la Maestría Gerencia de la Construcción con mención en Ingeniería Civil de la Universidad Privada de Tacna. La presente Tesis lleva por título: **“PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019”**. Esta encuesta deberá ser contestada en función de un promedio de lo sucedido mientras usted trabaja o trabajaba en proyectos de ejecución de obras de edificaciones en la provincia de Tacna.

Por favor marcar con una (X) lo que corresponda. Si no tiene respuesta, deje en blanco.

1. **¿Ha participado en algún proyecto de ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?**  
SI ( ) NO ( )
2. **¿Qué cargo ocupó como profesional?**
  - a. ( ) Gerente de Empresa Constructora
  - b. ( ) Gerente de Infraestructura y Obras de entidad pública
  - c. ( ) Supervisor de obras
  - d. ( ) Ingeniero Residente
  - e. ( ) Otro .....
3. **Monto mayor de ejecución de obra de edificación en la provincia de Tacna, en la que haya participado. En Soles.**  
< 0 – 1’000,000 > ( ) < 1’000,000 – 5’000,000 > ( )  
< 5’000,000 – 20’000,000 > ( ) Mayor a 20’000,000 ( )
4. **¿Cuántos años de experiencia tiene trabajando en ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?**  
1 a 5 años( ) 5 a 10 años( ) 10 a 15 años( ) Más de 15 años( )
5. **¿Usted o su empresa cuenta con algún sistema de gestión, estándares internacionales o metodologías como el BIM, LEAN PRODUCTION, PMBOK, PRINCE2, 5S u otros?**  
SI ( ) NO ( )
6. **¿De la pregunta anterior, su respuesta se enmarca dentro de las obras de edificación, para el sector pública o privado?**  
Sector Público ( ) Sector Privado ( )
7. **¿Usted, cree que lo que indica la Normativa de la Ley de Contrataciones del Estado y de las diversas Directivas propuestas por las Entidades (Sector Público en la provincia de Tacna) son suficientes para desarrollar un adecuado control de la productividad en los procesos constructivos de obras, en lo referente al cumplimiento del presupuesto y del plazo establecido?**  
SI ( ) NO ( )

8. ¿Usted o su empresa constructora cuenta con métodos y procedimientos para el control del cronograma y/o ejecución de obras de edificación?  
SI ( ) NO ( )
9. ¿Usted o su empresa consultora cuenta con indicadores de gestión de calidad en la ejecución de obras de edificación?  
SI ( ) NO ( )
10. ¿Usted o su empresa consultora cuenta con alguna técnica, herramienta o metodología para la identificación, evaluación y control continuo de los riesgos en lo referente a productividad en la ejecución de obras de edificación?  
SI ( ) NO ( )
11. Durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, existe un sin número de trámites administrativos, tanto con las Entidades (clientes), así como con las empresas contratistas (Proveedor) ¿Cuenta usted o su empresa con algún Plan de Gestión Documental?  
SI ( ) NO ( )
12. ¿En la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, que ha participado o realizado, cuenta con algún reporte de “lecciones aprendidas”, con la finalidad de implementar mejoras o correcciones en futuros proyectos?  
SI ( ) NO ( )
13. ¿Cree usted que el no contar con una metodología específica para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, puede complicar la ejecución de las actividades propias del desarrollo del proyecto?  
SI ( ) NO ( )
14. ¿Cree usted que es importante la implementación de un sistema estructurado para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, con una metodología alineada a un modelo estándar internacional de gestión de proyectos?  
SI ( ) NO ( )
15. ¿Le gustaría trabajar de manera individual o para empresas consultoras que cuenten con una metodología para el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna, y que estén alineadas a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos?  
SI ( ) NO ( )
16. ¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), solucionaríamos varios problemas en lo referente al control la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?  
SI ( ) NO ( )

17. ¿Cree Usted, que contando con una metodología (alineada a un modelo de estándar internacional de gestión de proyectos), nos permitiría definir, validar y controlar la productividad de los procesos constructivos para la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna?

SI ( ) NO ( )

18. ¿Qué componentes debe tener el sistema de gestión para el control de la productividad?

- Cumplimiento del cronograma del proyecto SI( ) NO ( )
- Cumplimiento de los costos del proyecto SI( ) NO ( )
- Controlar el rendimiento de la mano de obra SI( ) NO ( )
- Optimización de los procesos constructivos de obra SI( ) NO ( )

19. Tiene usted algún comentario sobre metodologías para realizar el control de la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la provincia de Tacna.

.....

.....

.....

.....

**ANEXO 3:  
VALIDACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS  
POR JUICIO DE EXPERTOS**





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

"PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION  
 PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE  
 EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019"

**I. DATOS GENERALES:**

- ING. CIVIL
- 1.1. Apellidos y nombres del juez: RAMOS FLORES FRANCISCO
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: DECANO DE COLEGIO DE INGENIEROS CD TACNA
- 1.3. Nombre del Instrumento evaluado: Encuestas para el desarrollo de Tesis de Investigación.
- 1.4. Autor(es) del Instrumento: Nahuel Humberto Molero Yáñez / Luighi Gian P. Albarracín Tito

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	1. Deficiente 00-20%	2. Regular 21-40%	3. Buena 41-60%	4. Muy Buena 61-80%	5. Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.			✓		
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.			✓		
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.			✓		
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.				✓	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.			✓		
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: SATISFACTORIO SU APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 61%

Lugar y fecha: TACNA, 30/09/19

Teléfono N°: 952-521056

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL TACNA

Ing. CIP FRANCISCO RAMOS FLORES  
 Firma del Experto Informante

DNI: 42180465



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

"PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION  
 PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE  
 EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019"

**I. DATOS GENERALES:**

- DIR. ESCUELA ESIC / FIAG / UNSEB*
- 1.1. Apellidos y nombres del juez: ALFARO RAVELLO LUIS ALBERTO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: ING. CIVIL
- 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Encuestas para el desarrollo de Tesis de Investigación.
- 1.4. Autor(es) del instrumento: Nahuel Humberto Molero Yáñez / Luighi Gian P. Albarracín Tito

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	1. Deficiente 00-20%	2. Regular 21-40%	3. Buena 41-60%	4. Muy Buena 61-80%	5. Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.				✓	
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					✓
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				✓	
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: FAVORABLE PARA SU APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 78% MUY BUENA

Lugar y fecha: TACNA, 20 DE SETIEMBRE DE 2009  
 Teléfono N°: 952 626108

Firma del Experto Informante  
 DNI: 00473099



**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA**  
**CONSTRUCCIÓN**  
 "PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION  
 PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE  
 EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019"

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y nombres del juez: Me. Ine. Wilmar Mollinedo Cervantes  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Municipalidad Distrital Gregorio Albarracín  
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Encuestas para el desarrollo de Tesis de Investigación.  
 1.4. Autor(es) del Instrumento: Nahuel Humberto Molero Yáñez / Luighi Gian P. Albarracín Tito

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	1. Deficiente 00-20%	2. Regular 21-40%	3. Buena 41-60%	4. Muy Buena 61-80%	5. Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.				✓	
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					✓
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				✓	
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Satisfactorio

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 75% Muy Buena.

Lugar y fecha: Tacna  
 Teléfono N°: 952009980

  
 Firma del Experto Informante  
 DNI: 41492726  
Ing. Civil.



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

"PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION  
 PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE  
 EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019"

MG. ING. CIVIL

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y nombres del juez: PAUCARA ROTAS, MARTIN  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSITARIO UNTBG/UPT  
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Encuestas para el desarrollo de Tesis de Investigación.  
 1.4. Autor(es) del Instrumento: Nahuel Humberto Molero Yáñez / Luighi Gian P. Albarracín Tito

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	1. Deficiente 00-20%	2. Regular 21-40%	3. Buena 41-60%	4. Muy Buena 61-80%	5. Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					✓
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.				✓	
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.				✓	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				✓	
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: SATISFACTORIO

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 78% - MUY BUENA

Lugar y fecha: Tacna, 10 set. 2019  
 Teléfono N°: 950961597

Firma del Experto Informante  
 DNI: 00451289



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

"PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019"

MAESTRO EN ARA. PAISAJISTA

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y nombres del juez: MEDINA BEJAR Kelly Norka.  
 1.2. Cargo e institución donde labora: UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA - DOCENTE.  
 1.3. Nombre del instrumento evaluado: Encuestas para el desarrollo de Tesis de Investigación.  
 1.4. Autor(es) del Instrumento: Nahuel Humberto Molero Yáñez / Luighi Gian P. Albarracín Tito

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	1. Deficiente 00-20%	2. Regular 21-40%	3. Buena 41-60%	4. Muy Buena 61-80%	5. Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.					✓
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					✓
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.				✓	
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: SATISFACTORIO PARA SU APLICACIÓN.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 82% - EXCELENTE

Lugar y fecha: 11-09-19.  
 Teléfono N°: 952924729

Firma del Experto Informante  
 DNI: 43152557.



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

"PROPUESTA DE MEJORA UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION  
 PARA CONTROLAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE  
 EDIFICACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TACNA, 2019"

**I. DATOS GENERALES:**

*Mg. ARQUITECTA*

1.1. Apellidos y nombres del juez: *ATENICIO ITURRY IVETTE ENEIDA*

1.2. Cargo e institución donde labora: *DOCENTE UNIVERSITARIO FAU-UPT*

1.3. Nombre del instrumento evaluado: *Encuestas para el desarrollo de Tesis de Investigación.*

1.4. Autor(es) del Instrumento: *Nahuel Humberto Molero Yáñez / Luighi Gian P. Albarracín Tito*

**II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	1. Deficiente 00-20%	2. Regular 21-40%	3. Buena 41-60%	4. Muy Buena 61-80%	5. Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible.					✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad suficiente.				✓	
6. PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.				✓	
7. CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico-científico.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito de la investigación.					✓
10. APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: *FAVORABLE PARA SU APLICACIÓN*

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *80% - MUY BUENA*

Lugar y fecha: *Tacna, 11 de Septiembre de 2019*

Teléfono N°: *952646769*

Firma del Experto/Informante  
 DNI: *40779046*

**ANEXO 4:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL TREN  
DE ACTIVIDADES**





**ANEXO 5:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL  
LOOK AHEAD**



**ANEXO 6:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL  
ANALISIS DE RESTRICCIONES**



**ANEXO 7:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL  
PLAN SEMANAL**



**ANEXO 8:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL  
INFORME DE PRODUCTIVIDAD**

**INFORME DE PRODUCTIVIDAD**

OBRA:  
PARTIDA:  
RENDIMIENTO:  
METRADO ACTUAL:

DESCRIPCIÓN	XX/XX/XXXX	XX/XX/XXXX	XX/XX/XXXX	XX/XX/XXXX	XX/XX/XXXX



**ANEXO 9:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL  
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO**

## PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO

OBRA:  
 PARTIDA:  
 FECHA:

MES	SEMANA	HASTA EL DÍA	TAREAS PROGRAMADAS		TARAS REALIZADAS		PPC	
			SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO

**ANEXO 10:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL  
CONTROL CON  
CARTA BALANCE**

**CARTA BALANCE**

PROYECTO:

FECHA:

HORA DE INICIO:

HORA DE TERMINO:

PARTIDA:

TIEMPO(mm)	OBRERO						OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	6	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
RESULTADOS							
TP							
TC							
ENC							

CLASIFICACIÓN DE RECURSOS

	NOMBRE/CODIGO
RECURSO 1	
RECURSO 2	
RECURSO 3	
RECURSO 4	
RECURSO 5	
RECURSO 6	

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO

TIEMPO PRODUCTIVO

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_
- 4 \_\_\_\_\_
- 5 \_\_\_\_\_
- 6 \_\_\_\_\_

TIEMPO CONTRIBUTIVO

- 11 \_\_\_\_\_
- 12 \_\_\_\_\_
- 13 \_\_\_\_\_
- 14 \_\_\_\_\_
- 15 \_\_\_\_\_
- 16 \_\_\_\_\_

TIEMPO NO CONTRIBUTIVO

- 21 \_\_\_\_\_
- 22 \_\_\_\_\_
- 23 \_\_\_\_\_
- 24 \_\_\_\_\_
- 25 \_\_\_\_\_
- 26 \_\_\_\_\_

**ANEXO 11:  
PROPUESTA PARA REALIZAR EL  
CONTROL CON  
NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES**

**NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD**

OBRA:

FECHA:

HORA DE INICIO

HORA DE TERMINO

MED.	ACTIVIDAD	TP	TC				TNC			
			1	2	3	4	1	2	3	4
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
TOTAL DE TIEMPO										

CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO

TIEMPO CONTRIBUTIVO  
 1 \_\_\_\_\_  
 2 \_\_\_\_\_  
 3 \_\_\_\_\_  
 4 \_\_\_\_\_

TIEMPO NO CONTRIBUTIVO  
 1 \_\_\_\_\_  
 2 \_\_\_\_\_  
 3 \_\_\_\_\_  
 4 \_\_\_\_\_