

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE TORRE GRÚA Y  
SELECCIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA OPTIMIZAR  
TIEMPOS Y COSTOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR**

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

**PRESENTADA POR**

**Bach. INGA RIOS, GEORGE HANS**

**Bach. MARMANILLO NAVARRO, JANETTE JULIANA**

**ASESOR: Dr. Ing. CHAVARRY VALLEJOS, CARLOS MAGNO**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme guiado por el buen camino para alcanzar mis metas y objetivos. A mis padres; Zuly y Marcial, por haber sido mis motores de la vida, por su amor incondicional y también porque sin ustedes no estaría donde estoy. A mis hermanos, especialmente a Milton por su apoyo incondicional y por enseñarme que a pesar de dificultades puedes seguir adelante.

George Hans Inga Rios

A Dios por fortalecer mi corazón, iluminar mi mente, guiarme por el buen camino y darme una nueva oportunidad de vida. A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy y por su apoyo incondicional. A mis hermanas y cuñado por el apoyo moral, motivación y compañía. A mi pareja por su paciencia, sacrificio y esfuerzo, por creer en mi capacidad, por brindarme su cariño, amor y ser mi inspiración para superarme cada día más y tener un futuro mejor juntos.

Janette Juliana Marmanillo Navarro

### **AGRADECIMIENTO**

Usted nos ha guiado en la realización de nuestro proyecto, no fue fácil, pero gracias a su apoyo y motivación se pudo lograr el objetivo, gracias Ingeniero Carlos Magno Chavarry Vallejos. A los educadores de la Facultad de Ingeniería Civil, por brindarnos los conocimientos fundamentales para nuestra formación profesional.

George Inga y Juliana Marmanillo

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>iii</b>
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2. Formulación del problema .....	1
1.2.1. Problema general .....	1
1.2.2. Problemas específicos.....	1
1.3. Objetivos de la investigación .....	1
1.3.1. Objetivo General.....	1
1.3.2. Objetivos específicos .....	1
1.4. Delimitación de la investigación.....	2
1.4.1. Geográfica .....	2
1.4.2. Temporal.....	2
1.4.3. Temática .....	2
1.4.4. Muestral .....	2
1.5. Justificación del estudio .....	2
1.5.1. Conveniencia .....	2
1.5.2. Relevancia Social .....	2
1.5.3. Ampliaciones prácticas.....	3
1.5.4. Utilidad metodológica .....	3
1.5.5. Valor teórico .....	3
1.6. Importancia del estudio .....	3
1.6.1. Nuevos Conocimientos.....	3
1.6.2. Aporte .....	3
1.7. Limitaciones del estudio .....	3
1.7.1. Falta de estudios previos de investigación .....	3
1.7.2. Metodológicos o prácticos.....	4
1.7.3. Medidas para la recolección de los datos .....	4
1.7.4. Obstáculos en la investigación .....	4
1.8. Alcance.....	4
1.9. Viabilidad del estudio .....	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO.....</b>	<b>5</b>

2.1. Marco histórico .....	5
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema .....	6
2.2.1. Investigaciones internacionales .....	6
2.2.2. Investigaciones nacionales .....	7
2.2.3. Artículos relacionados con el tema.....	9
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio .....	10
2.3.1. Filosofía Lean Construction .....	10
2.3.1.1. Efectos lean construction en su aplicación a un proyecto .....	11
2.3.1.2. Principios de lean construction.....	11
2.3.2. Torre Grúa .....	13
2.3.2.1. Componente de una torre grúa.....	14
2.3.2.2. Torre .....	14
2.3.2.3. Pluma .....	14
2.3.2.4. Corona de Giro .....	15
2.3.2.5. Contra pluma .....	15
2.3.2.6. Contrapeso .....	15
2.3.2.7. Carro de pluma .....	15
2.4. Definición de términos básicos .....	15
2.4.1. Rendimiento .....	15
2.4.2. Producción .....	15
2.4.3. Torre grúa .....	16
2.4.4. Capacidad de carga.....	16
<b>CAPITULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS .....</b>	<b>17</b>
3.1. Hipótesis.....	17
3.1.1. Hipótesis general .....	17
3.1.2. Hipótesis específicas.....	17
3.2. Sistema de variables.....	17
3.2.1. Definición conceptual y operacional .....	17
3.2.2. Operacionalización de las variables .....	17
3.2.2.1. Operacionalización de la variables-Variable dependiente.....	17
3.2.2.2. Operacionalización de la variables-Variable dependiente.....	18
<b>CAPITULO IV: METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
4.1. Método de Investigación .....	19

4.2. Nivel de investigación.....	19
4.3. Diseño de investigación .....	19
4.4. Población y muestra .....	19
4.4.1. Población .....	19
4.4.2. Muestra .....	20
4.5. Técnicas e instrumentación de recolección de datos .....	20
4.5.1. Técnicas de muestreo.....	20
4.5.2. Métodos y técnicas .....	20
4.6. Descripción y procesamiento de análisis .....	20
4.7. Validez del instrumento .....	21
<b>CAPITULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
5.1. Presentación de los resultados.....	22
5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio .....	22
5.1.2. Índice de validez del instrumento .....	24
5.1.3. Prueba de normalidad .....	27
5.1.4. Grado de asociación entre las variables.....	29
5.2. Análisis de Resultados .....	34
5.2.1. Estadísticos descriptivos de la información.....	34
5.2.1.1. Procesos Constructivos.....	34
5.2.1.2. Producción .....	35
5.2.1.3. Modelo torre grúa .....	35
5.2.2. Análisis de la calidad .....	36
5.2.3. Análisis Cuantitativo .....	36
5.2.4. Análisis Cualitativo .....	38
5.2.5. Análisis de riesgo .....	39
5.3. Contrastación de Hipótesis.....	40
5.3.1. Contrastación de las hipótesis General .....	40
5.3.2. Contrastación de Hipótesis Específicas .....	40
5.3.2.1. Hipótesis Especifica 1 .....	40
5.3.2.2. Hipótesis Especifica 2 .....	41
5.3.2.3. Hipótesis Especifica 3 .....	43
5.3.2.4. Hipótesis Especifica 4 .....	44
5.4. Desarrollo del proyecto .....	46

5.4.1. Generalidades de la empresa .....	46
5.4.1.1. Binda Ingenieros S.A.C .....	46
5.4.1.2. Viena Grupo Inmobiliario S.A.C.....	47
5.4.2. Estadísticas descriptivas del proyecto .....	48
5.4.3. Herramientas de control de calidad .....	50
5.5. Propuesta de mejora .....	68
5.5.1. Plan de mejora .....	68
5.5.2. Procedimientos para la aplicación del plan de mejora .....	68
5.5.3. Recomendaciones para el plan de mejora.....	69
5.5.4. Aplicación de propuesta de mejora .....	69
5.5.5. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora.....	71
5.5.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora .....	71
<b>CAPITULO VI: DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
6.1. DISCUSIONES.....	72
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>77</b>
ANEXO 1. Matriz de consistencia.....	79
ANEXO 2. Cuestionario para recolectar información .....	81
ANEXO 3. Registro de vaciado vertical y horizontal.....	84
ANEXO 4. Carta balance .....	87
ANEXO 5. Cotización de alquiler de torre grúa .....	88
ANEXO 6. Validez del instrumento .....	89

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de variable dependiente.....	17
Tabla 2 Operacionalización de variable dependiente.....	18
Tabla 3 Nivel de validez de cuestionario .....	21
Tabla 4 Valores del nivel de validez de los cuestionarios .....	21
Tabla 5 Profesión de las personas encuestadas .....	22
Tabla 6 Cargo en la empresa.....	22
Tabla 7 Años de experiencia en su puesto .....	23
Tabla 8 Edad de profesionales encuestados .....	23
Tabla 9 Evaluación coeficientes de alfa de Cronbach .....	24
Tabla 10 Estadística de fiabilidad (Alfa de Cronbach - SPSS).....	24
Tabla 11 Estadística del total de elementos (Alfa de Cronbach - SPSS).....	24
Tabla 12 Pruebas de normalidad.....	27
Tabla 13 Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 1.....	30
Tabla 14 Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 2.....	31
Tabla 15 Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 3.....	32
Tabla 16 Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 4.....	33
Tabla 17 Respuestas escala Likert respecto a variable Procesos constructivos.....	34
Tabla 18 Respuestas según la escala de Likert respecto a la variable Producción ....	35
Tabla 19 Respuestas según escala Likert respecto a variable Modelo de torre grúa .	35
Tabla 20 Proceso de la correspondencia que se encuentra en la zona de riesgo.....	37
Tabla 21 Procesos de la correspondencia de procesos de la propuesta de mejora.....	38
Tabla 22 Torre grúa trepadora vs vaciado de concreto con grúa torre.....	39
Tabla 23 Identificación de actividades Hipótesis Específica 1 .....	40
Tabla 24 Procesos constructivos Hipótesis Específica 2 .....	42
Tabla 25 Producción Hipótesis específica 3 .....	43
Tabla 26 Modelo óptimo de torre grúa Hipótesis específica 4 .....	45
Tabla 27 Cuadro de áreas greenery .....	50
Tabla 28 Cuadrilla de vaciado con bomba de concreto .....	51
Tabla 29 Cuadrilla de vaciado con torre grúa .....	52
Tabla 30 Rendimiento de vaciado de concreto con bomba verticalmente.....	55
Tabla 31 Rendimiento de vaciado de concreto con bomba horizontalmente.....	55
Tabla 32 Rendimiento de vaciado de concreto con bomba horizontalmente.....	56
Tabla 33 Comparación de la producción .....	57

Tabla 34 Vaciado de concreto vertical 5 piso .....	58
Tabla 35 Vaciado de concreto horizontalmente 5 piso .....	58
Tabla 36 Detalla de vaciado vertical y horizontal.....	59
Tabla 37 Vaciado de concreto vertical de los 10 pisos .....	59
Tabla 38 Vaciado de concreto horizontal de los 10 pisos .....	60
Tabla 39 Costo de alquiler de bomba.....	61
Tabla 40 Ficha de capacidad de carga.....	63
Tabla 41 Ficha técnica mecánica .....	64
Tabla 42 Modelo de Torre grúa seleccionada .....	67
Tabla 43 Recomendaciones de plan de mejora .....	69
Tabla 44 Perfil profesional de los expertos .....	89

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 Elevación torre grúa.....	6
Figura 2. Torre grúa como imagen de la construcción.....	13
Figura 3. Componentes de una torre grúa .....	14
Figura 4. Porcentaje escala de Likert respecto a variable Procesos Constructivos..	34
Figura 5. Porcentaje de la escala de Likert respecto a la variable Producción .....	35
Figura 6. Porcentaje escala de Likert variable Modelo de torre grúa .....	36
Figura 7. Grafica de control estadística de calidad .....	37
Figura 8. Porcentaje de procedimiento aplicado .....	38
Figura 9. Organigrama Binda Ingenieros S.A.C .....	47
Figura 10.Grafico 3D Edificio Greenery .....	48
Figura 11. Parámetros sismo resistentes .....	49
Figura 12. Fuerzas sísmicas .....	49
Figura 13. Diagrama de Pareto en función a la frecuencia .....	50
Figura 14. Grafico vaciado de concreto con bomba verticalmente.....	53
Figura 15. Gráfico vaciado de concreto con bomba horizontalmente .....	53
Figura 16. Gráfico vaciado de concreto con bomba verticalmente.....	54
Figura 17. Grafico vaciado de concreto con bomba horizontalmente .....	54
Figura 18. Gráfico vaciado de concreto con torre grúa verticalmente.....	56
Figura 19. Gráfico vaciado de concreto con torre grúa horizontalmente.....	57
Figura 20. Presupuesto de alquiler de torre grúa.....	60
Figura 21. Longitud de pluma.....	62
Figura 22. Altura de torre grúa.....	63
Figura 23. Cabina de mando Torre grúa .....	65
Figura 24. Detalle estructural de zapata .....	66
Figura 25. Armado de torre grúa.....	67
Figura 26. Torre grúa transportando materiales .....	70
Figura 27. Torre grúa en proceso de armado .....	70

## RESUMEN

La presente investigación “Análisis de la producción de una torre grúa y selección del modelo óptimo para optimizar tiempos y costos en una edificación multifamiliar”, tiene como finalidad analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo en edificio multifamiliar Greenery.

Se necesitó realizar un análisis de las actividades involucradas en la producción y conocer los factores para seleccionar el modelo óptimo de torre grúa que se utilizó en la obra, aplicando como herramienta el Lean Construction para analizar la producción en cada caso. Se comprobó que la torre grúa tiene una diferencia de S/. 25.359.00 nuevos soles con respecto al vaciado con bomba de concreto, debido a que el alquiler de la torre grúa es de mayor costo, sin embargo, resulta más útil ya que también se utilizó para el transporte de materiales, reemplazando el pago de un elevador de carga.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, cuya finalidad es de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no experimental. Se han elaborado tablas comparativas para analizar la diferencia entre en vaciado de concreto con bomba y vaciado de concreto con torre grúa, con la finalidad de analizar los rendimientos, costos y tiempos. Se utilizó como herramienta el Lean Construction para analizar la producción en cada caso. También se realizó la selección del modelo óptimo de torre grúa, teniendo en cuenta los factores técnicos correspondientes para tener el modelo correcto.

**Palabras claves:** Modelo de torre grúa, producción, lean construction, concreto.

## ABSTRACT

The purpose of this research "Analysis of the production of a crane tower and selection of the optimal model to optimize time and costs in a multifamily building", is to analyze the production of a crane tower in the period of structural hull to select the optimal model in a Greenery multifamily building.

It was necessary to perform an analysis of the activities involved in the production and to know the factors to select the optimal model of crane tower that was used in the work, applying Lean Construction as a tool to analyze the production in each case. It was found that the tower crane has a difference of S/. 25,359.00 nuevos soles with respect to the concrete pump casting, because the rental of the tower crane is more expensive, however it is more useful since it was also used for the transportation of materials, replacing the payment of a freight elevator.

The research has a quantitative approach, whose purpose is applied, descriptive level and non-experimental design. Comparative tables have been elaborated to analyze the difference between concrete pouring with pump and concrete pouring with tower crane, with the purpose of analyzing the yields, costs and times; Lean Construction was used as a tool to analyze the production in each case. The selection of the optimal crane tower model was also carried out, taking into account the corresponding technical factors in order to have the correct model.

**Key words:** Crane tower model, production, lean construction, concrete.

## INTRODUCCION

La industria de la construcción en el país, genera la necesidad que los procesos de producción y gestión de obras sean los más óptimos. Un proyecto va ser éxito cuando se utilicen estrategias innovadoras, sin duda, las torres grúas son muy importantes. Las torres grúas modifican la forma de realizar los trabajos en obra, estos equipos potencian la ejecución de las obras y cada vez se usa con más frecuencia en los proyectos de construcción.

La investigación va dirigida a profesionales de la carrera de Ingeniería Civil, Arquitectura y otras carreras afines, que tengas vinculación con el rubro de construcción, con la finalidad de mejorar costos y tiempos, lo que se determina producción en la obra. El presente estudio se realizó en la Edificación Multifamiliar Greenery en San Borja. La presente investigación realizaremos el análisis de la producción utilizando la herramienta Lean Construction, es una herramienta que se acomoda a los objetivos del trabajo. El objetivo del estudio es analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo de torre grúa en edificio multifamiliar.

La presente investigación contiene seis (6) capítulos: En el primero, se aborda la descripción de la realidad problemática, se formula el problema, los objetivos de la investigación, delimitación de la investigación, la justificación del estudio, la importancia del estudio, alcance y viabilidad del estudio. En el segundo se trata sobre el Marco teórico, los antecedentes de la investigación y estructura teórica, científica que sustenta el estudio, definición de términos básicos relacionados con la producción y torres grúas, para poder responder a la investigación. En el tercero, Sistema de hipótesis, hipótesis general y específica, sistema de variables, definición conceptual y operacional, Operacionalización de las variables. En el cuarto, Metodología, se incluye la descripción del método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y descripción de procesamiento de datos. En el quinto se presentan los resultados, análisis de los resultados, contrastación de hipótesis, desarrollo del problema y propuesta de plan de mejora. En el sexto se expone la discusión, se interpretan y analizan los resultados. Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencia bibliográficas y anexos.

El uso de las torres grúas, cada vez son más frecuentes, debido a la eliminación de ciertos paradigmas con el aumento del costo de obra, dependen de diferentes factores, el terreo

en la cual estará sometido, capacidad de carga, ubicación, radio de giro, altura, todos estos puntos son importantes al momento de seleccionar una torre grúa, en el caso de no tenerlo en cuenta, estaríamos incurriendo en un error en la selección del modelo óptimo.

La presente investigación determinó cómo la utilización de torres grúa en la construcción de edificios multifamiliares, beneficia mejorando los niveles de producción.

# CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Descripción de la realidad problemática

La baja producción que se dan en los proyectos de edificación, nos lleva a recurrir a la tecnología disponible con la finalidad de cumplir con los tiempos y costos contratados obteniendo mejoras significativas en los resultados finales del proyecto. Existen ciertos paradigmas en la selección del modelo óptimo de la torre grúa, como el lugar donde estará ubicado, capacidad de carga, altura, radio de giro, todos estos factores son importantes para determinar el modelo de torre grúa al no tener en cuenta estos factores estaremos incurriendo en un error de selección de la torre grúa.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Al analizar la producción de una torre grúa y seleccionar el modelo optimo, reducirán los costos y tiempos en la construcción?

### 1.2.2. Problemas específicos

- A. ¿De qué manera las actividades involucradas en la construcción influyen en la producción del casco estructural del Edificio Multifamiliar Greenery?
- B. ¿Cómo influyen los procesos constructivos en la producción de la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery?
- C. ¿Un correcto análisis en el uso de la grúa torre mejorará los costos en la construcción del casco estructural del edificio Multifamiliar Greenery?
- D. ¿Cuál es la probabilidad de que al seleccionar el modelo optimo mejorará los tiempos y costos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery?

## 1.3. Objetivos de la investigación

### 1.3.1. Objetivo General

Analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo en edificio multifamiliar greenery.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- A. Identificar las actividades que están involucradas en la utilización de la grúa torre mediante el estudio de otras obras similares para evaluar su producción en edificio multifamiliar greenery

- B. Analizar los procesos constructivos con intervención de grúa torre para evaluar su producción en la construcción del casco estructural en el edificio multifamiliar greenery.
- C. Analizar la producción de una grúa torre para la mejora de tiempos y costos en la construcción del casco estructural en el edificio multifamiliar greenery
- D. Identificar el modelo óptimo de grúa torre, teniendo en cuenta sus factores técnicos para mejorar los rendimientos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery.

#### 1.4. Delimitación de la investigación

##### 1.4.1. Geográfica

El estudio se realizó en el Edificio Multifamiliar Greenery, esta obra se encuentra en el distrito de San Borja.

##### 1.4.2. Temporal

La presente tesis se elaborará desde mayo del 2021 a noviembre del 2021.

##### 1.4.3. Temática

El tema es el análisis de la producción y selección del modelo óptimo para optimizar tiempos y costos en una edificación multifamiliar.

##### 1.4.4. Muestral

Las muestras que tomaremos en cuenta son las encuestas realizadas a los 34 profesionales que trabajen o tengas conocimientos en el análisis de la producción con torre grúa y selección del modelo óptimo.

#### 1.5. Justificación del estudio

##### 1.5.1. Conveniencia

El presente estudio es conveniente debido a que se hará el conocimiento y análisis de la producción de una torre grúa como también la selección de modelo optima con finalidad de obtener mejoras significativas en el resultado final de la construcción, el cual será una información importante en las futuras construcciones.

##### 1.5.2. Relevancia Social

El aumento significativo en el número de construcciones en el Perú, género que las empresas recurran a las tecnologías, este presente estudio servirá para que

los profesionales se puedan guiar en sus futuros proyectos, obteniendo productividad y menores costos el cual mejorará la satisfacción de sus clientes.

#### 1.5.3. Ampliaciones prácticas

Esta investigación servirá como aporte a futuros proyectos de ingeniería civil donde se requiere mejorar la producción utilizando torre grúa en edificaciones multifamiliares

#### 1.5.4. Utilidad metodológica

Para la investigación usaremos instrumentos recolectores de datos.

#### 1.5.5. Valor teórico

La investigación contribuirá con hipótesis que dan referencia al análisis de la producción y selección del modelo optimo en edificación multifamiliar.

### 1.6. Importancia del estudio

#### 1.6.1. Nuevos Conocimientos

En la presente investigación analizaremos la producción de una torre grúa y seleccionar el modelo óptimo, teniendo en cuenta los tiempos, rendimientos, costos al usar una torre en la construcción del casco estructural.

La investigación nos permitirá conocer las pautas para seleccionar el modelo de torre grúa óptima, ya que nuestro país está en constante crecimiento en la construcción, donde la falta de conocimiento nos lleva a cometer errores en la selección de la torre grúa.

Se determinará en tipo de torre grúa usaremos realizando los respectivos análisis, teniendo en cuenta, altura de torre grúa, capacidad de carga, radio de giro, ubicación.

#### 1.6.2. Aporte

Esta investigación dará a conocer el impacto en los costos, tiempos y rendimientos de una torre grúa y pautas para su selección optima, el cual generará mejoras significativas del resultado final en la construcción.

### 1.7. Limitaciones del estudio

#### 1.7.1. Falta de estudios previos de investigación

En el presente tema de investigación contamos con algunas limitaciones entre las cuales podemos resaltar pocas investigaciones y tesis, tanto en el ámbito nacional como internacional.

#### 1.7.2. Metodológicos o prácticos

En el presente tema de investigación si tiene limitaciones metodológicas.

#### 1.7.3. Medidas para la recolección de los datos

Si tenemos esta limitación por la falta de constructo y lo tuvimos que estructurar para poder desarrollarlo.

#### 1.7.4. Obstáculos en la investigación

Debido a la situación actual del mundo, el covid es una limitación para realizar este estudio, al no poder ingresar a otras obras debido a los protocolos engorrosos impide obtener mayor información para poder contrastar con lo obtenido.

#### 1.8. Alcance

El estudio se realizará en una empresa inmobiliaria, en el edificio multifamiliar GREENERY, esta investigación también es aplicable en obras de grandes alturas, en cualquier zona del país.

#### 1.9. Viabilidad del estudio

La presente investigación es viable dado que cuento con acceso a la información, puedo ingresar al proyecto en mención, respecto al financiamiento también podemos cumplir los costos necesarios y la presente tesis se realizará durante el tiempo que dure la TITES.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1. Marco histórico

Si nos remontamos a la historia, los primeros medios para transportar y elevar cargas fueron los rodillos, palancas y planos inclinados. La construcción de grandes obras con este equipamiento requería un elevado número de personas siendo estos los que sufrían mayor número de accidentes.

La necesidad del hombre de perfeccionar los medios de elevación y transporte, con un menor esfuerzo y mayor transporte de cargas se ha traducido en una evolución en los sistemas de elevación a nivel mundial.

Hacia 1550 A.C, en Egipto y Mesopotamia ya se utilizaba el Shadoof que era un mecanismo de palanca para elevar el agua potable procedente de pozos y ríos con el fin de regar los campos de cultivo. Arquímedes también ideó un sistema de varias poleas combinadas entre ellas para reducir esfuerzos en el transporte de barcos tierra adentro. En la actualidad se ha producido grandes avances en el sistema de movimiento de cargar tanto a nivel de sistemas mecánicos como electrónicos, facilitando así que el ser humano reduzca al mínimo sus movimientos con cargas y reduzca al mínimo los accidentes de trabajo.

La grúa ha sido desde hace siglos una importante herramienta de carga y transporte de material pesado. Por ello, es importante conocer sus orígenes y su evolución. La primera aparición de la grúa tuvo su origen en la antigua Grecia. Esta utilizaba una polea acanalada de madera y era accionada por animales y/o personas para la construcción de edificios de gran altura como los templos emblemáticos y puntos de aforo público.

Las grúas torre empezaron a producirse en Europa durante la primera mitad del siglo XX. Las calles en las ciudades europeas eran estrechas por lo que las altas grúas con brazos y con el operador encima demostraron ser más ventajosas. Como resultado, algunos de los primeros fabricantes se originaron dentro de Europa

En el año 1908, Maschinenfabrik Julius Wolf & Co. introdujo la primera serie de grúas torre diseñadas específicamente para la industria de la construcción. La primera generación de las grúas torre llamo la atención primordialmente de constructores de barcos quienes las compraron y las instalaron en sus astilleros y muelles.

El mercado también se estaba llenando de múltiples fabricantes los cuales producían un rango de modelos, por ejemplo, grúas más pequeñas que podían ser montadas “in

situ” en sólo pocas horas. Mientras que los rascacielos eran construidos en alturas récord, la necesidad por grúas de mayor altitud se volvió evidente

En 1975 La empresa JASO se consolida, y deciden abordar la expansión en otro sector. Inician su andadura en la industria de grúas torre en Idiazábal España.



Figura 1. Elevación torre grúa. (Fuente: Integral Equipos y soluciones, 2020)

## 2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

### 2.2.1. Investigaciones internacionales

Juan Mantilla (2019). En la investigación “Análisis de la productividad en la construcción de una vivienda unifamiliar”, Tiene como objetivo analizar la productividad, rendimiento de mano de obra y materiales para un conjunto representativo de actividades en construcciones de vivienda multifamiliar.

La producción es la característica de rendimiento con la cual se mide el rendimiento de los recursos con los cuales se desea culminar una actividad, cumpliendo con parámetros mínimos de calidad. En el sector de construcción la medición de la producción es independiente para los principales recursos utilizados los cuales están dados por maquinarias, equipo, materiales y mano de obra, aunque pueden existir otros factores influyentes, estos son los principales.

Carlos Villacorta(2018) a pesar que las torres grúas son muy requeridas en el sector constructor y minero, pueden usarse en todo tipo de obras y proyectos

donde exista la necesidad de izaje, pues logra grandes eficiencias en la distribución de materiales y mejora el proceso constructivo, los mantenimientos preventivos duran entre cuatro a cinco horas, según los hallazgos encontrados, Allí se verifica el adecuado funcionamiento de los mecanismos, validez de una red eléctrica constante y sin fluctuaciones, revisión de cable de elevación engrasamiento en la tornameza.

Cartes Cossio Mariela Edith (2004), en su investigación “Grúa Torre”. Las grúas torre constituyen hoy en día una poderosa herramienta de trabajo en la industria de la construcción, en obras de mediana y gran altura, así como también en cualquier otra actividad donde se puedan utilizar. Gracias a ellas es posible transportar todo tipo de cargas dentro de una obra, en forma rápida, segura y sencilla.

Champentier (2010), en su investigación: “Eficiencia del uso de torres grúas en la construcción de edificios”, tiene como objetivo estudiar la aplicación y los resultados obtenidos en cuando a la eficiencia y eficacia, en obras civiles en Costa Rica.

El uso de las grúas influye directamente en la duración del proceso constructivo, disminuyendo el tiempo de ejecución del edificio, debido a la gran ventaja que proporciona su uso, principalmente en la movilización de las cargas.

#### 2.2.2. Investigaciones nacionales

Cuszcano Risco Víctor (2014), en su investigación “Metodología de evaluación para definir el modelo de grúa torre/telescópica óptima para una edificación multifamiliar en Lima”, tiene como objetivo elaborar una metodología de evaluación y selección de grúas para obras de edificación en Lima que sea objetiva y cuantificable. Esto permitirá a las empresas constructoras trabajar con la grúa más eficiente posible para cada caso.

Esta tesis concluye afirmando tres principales grupos que se tienen que evaluar en la selección de grúa: Selección General, Parámetros de Edificación y Dinámica de Selección de Grúa. El descarte de las unidades en cada uno de los puntos de la lista de cada grupo, hará que la selección se optimice conforme se vaya avanzando con la evaluación.

Tello (2020), en su investigación “Análisis de la producción y seguridad de la torre grúa en edificios multifamiliares de 20 pisos caso EDIFICIO LIBERTY”,

Tiene como objetivo analizar la productividad y seguridad de los procesos constructivos con intervención de la torre grúa y sin torre grúa, y justificar su arrendamiento para el caso de un proyecto de edificación de 20 pisos durante el periodo de casco estructural, mampostería y acarreo de materiales de arquitectura de los 20 pisos.

Esta tesis concluye que se analizó la productividad y seguridad con intervención de la torre grúa y sin intervención de la torre grúa justificando el arrendamiento de la torre grúa, la diferencia de estos costos se eleva conforme aumenta el número de meses, en cuanto mayor duración tiene el proyecto, resulta más rentable emplear la torre grúa.

Manrique (2020), en su investigación: “Propuesta de un manual instructivo como herramienta de gestión para mejorar la productividad de la torre grúa en la etapa de estructuras en edificaciones de vivienda de 15 pisos a más en Lima Metropolitana”, Tiene como objetivo aumentar los tiempos productivos de la grúa torre en la etapa de estructuras a través de la elaboración de un manual instructivo como herramienta de gestión en edificaciones de vivienda de 15 pisos a más.

Esta tesis concluye que se analizó la productividad y seguridad con intervención de la torre grúa y sin intervención de la torre grúa justificando el arrendamiento de la torre grúa, la diferencia de estos costos se eleva conforme aumenta el número de meses, en cuanto mayor duración tiene el proyecto, resulta más rentable emplear la torre grúa.

Chirinos (2018), en su investigación “Uso de torre grúa para la mejora de la productividad en la construcción de elementos estructurales en el centro comercial Plaza Surco”, Tiene como objetivo evaluar la influencia del uso de torres grúa para la mejora de la productividad en la construcción de elementos estructurales del Centro Comercial Plaza Surco.

Esta tesis concluye que el aporte de esta investigación radica en el conocimiento brindado sobre la mejora en los costos, plazos y rendimientos de la construcción de los elementos estructurales en el Centro Comercial Plaza Surco utilizando las torres grúa, puede ser utilizado como guía para otros proyectos.

Mercado (2011), en su investigación “Estudio de la productividad de dos grúas torre en un proyecto constructivo”, tiene como objetivo mostrar el aumento

producido en los índices de productividad debido al uso de equipos denominados torres grúa.

Se desarrollaron diferentes conceptos como los utilizados para denominar a los que ponen en anda la productividad de las dos torres grúas, los que determinan la planificación en conjunto con el tipo de proyecto desarrollado, además, de los que determinan la utilización de herramientas que tienen por objetivo una mejor productividad.

### 2.2.3. Artículos relacionados con el tema

Oscar Martínez (2018) la tendencia del mercado es utilizar torre grúas de mayor potencia y velocidad para lograr un mejor rendimiento. Y es que la torre grúa es la máquina más relevante en cualquier tipo de obra y los clientes cada día son más exigentes y requieren que las mismas cuenten con sistemas y características que mejoren su rendimiento. Hoy en día, la demanda de torres grúas se encuentra en un proceso de crecimiento gracias a las medidas adoptadas por el gobierno, las cuales tienen como finalidad facilitar el inicio de nuevos proyectos

Sara Ramírez (2020). En su investigación “Optimización de los procesos de construcción implementados en el desarrollo y ejecución del pabellón #2 en la cárcel bellavista, basados en la filosofía lean construction”, tiene como objetivo desarrollar un instructivo dirigido al personal encargado de direccionar el Proyecto de construcción del pabellón # 2 en la cárcel Bellavista.

En la tesis se concluye que al sectorizar la zona de la obra a intervenir con la implementación de la filosofía lean Construction, fue más fácil establecer las cantidades de obra a ejecutar y planificar de forma más objetiva cual sería la cantidad de personal a emplear y cuál sería el orden cíclico de ejecución que debería implementarse.

Alberto Alcocer (2016) el uso de torre grúa se ha convertido en una parte esencial en el mundo de la construcción, tanto civil como de infraestructuras. Los motivos son diversos, desde el mayor rendimiento y eficiencia a la hora de mover materiales, pasando por una mayor seguridad en la obra, hasta el ahorro considerable en costo personal. Para edificios de mayor altura, hay que utilizar grúas trepadoras o telescópicas. Se puede hacer de dos maneras: por fuera del edificio o por dentro del edificio. Además de la torre grúa hay otras grúas que prestan diferentes funciones dentro de la construcción, algunas de ellas son:

grúas sobre cadenas (sobre orugas), utilizadas entre otras cosas para transporte de materiales en obra y grúas móviles.

## 2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

### 2.3.1. Filosofía Lean Construction

El Lean Construction se fundamenta esencialmente en la eliminación dentro del sistema de producción, de todas aquellas líneas de producto o requerimientos que resultan ser innecesarios o que no añade valor al producto final y por lo mismo al cliente, así como no contribuyen al mayor aprovechamiento de la experiencia e inteligencia de las personas. De esta forma, la metodología provee al personal y a los métodos que se desarrollan en ella de la polivalencia y de su participación en la mejora continua.

Una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos.

El Lean Construcción como metodología se dirige “a la reducción de desperdicios, aumento de la productividad y mejora de la salud ocupacional en la obra, es decir, la prevención de accidentes y la seguridad del trabajador para cumplir con los requisitos para el usuario en la industria de la construcción.

En consecuencia, la aplicación de Lean Construction ha generado cambios significativos en la industria de la construcción. Según Pons, Juan (2014), estos son:

- La fase de infraestructura, acabados y entrega son diseñados juntos con la finalidad de mostrar y apoyar los propósitos de los clientes.
- El trabajo es estandarizado en todo el proceso para maximizar el valor y reducir los desperdicios durante la ejecución del proyecto.
- Mejorar el rendimiento del proyecto es más importante que la reducción de los costes o el aumento de la velocidad de ninguna actividad aislada.
- Los rendimientos de los sistemas planificados y control se miden y se mejoran.

- Se obtiene una mejora en la calidad y velocidad sin un aumento del coste.

#### 2.3.1.1.Efectos de lean construction en su aplicación a un proyecto de

##### Ingeniería Civil

Según el (Lean Construction Institute, 2013), “la aplicación de la metodología Lean a la construcción civil se traduce en los siguientes resultados, como es que también concuerda y menciona” (Pons Achell, 2014, págs. 27-28):

- a) La edificación o infraestructura y su entrega son: “diseñados juntos para mostrar y apoyar mejor los propósitos de los clientes. El trabajo se estructura en todo el proceso para maximizar el valor y reducir los desperdicios a nivel de ejecución de los proyectos.
- b) Los esfuerzos para gestionar y mejorar el rendimiento están destinados a mejorar el rendimiento total del proyecto, “ya que esto es más importante que la reducción de los costes o el aumento de la velocidad de ninguna actividad aislada”.
- c) El Control se redefine como pasar de “monitorizar los resultados a hacer que las cosas sucedan, los rendimientos de los sistemas de planificación y control se miden y se mejoran”.
- d) La notificación fiable del trabajo entre especialistas en diseño, suministro y montaje o ejecución asegura que se entregue valor al cliente y se reduzcan los desperdicios.”
- e) “Lean Construction es especialmente útil en proyectos complejos, inciertos y de alta velocidad.”
- f) Se cuestiona la creencia de que siempre debe haber una relación entre el tiempo, el coste y la calidad” (mayor calidad y mayor velocidad no tiene porqué implicar mayor coste).

#### 2.3.1.2.Principios de lean construction

Botero (2004) citado por Rodríguez (2013), indica que el nuevo enfoque de producción Lean Construction, presenta once principios, estos son:

- 1) Reducir o eliminar las actividades que no agregan valor (pérdidas).
- 2) Incrementar el valor del producto, con base en los requerimientos de los clientes.

- 3) Reducir la variabilidad. Existen dos motivos para reducir la variabilidad en el proceso de producción:
  - a) Desde la óptica del cliente, un producto uniforme es mejor.
  - b) Las variaciones, especialmente en la duración de las actividades, incrementan la aparición de las actividades que no agregan valor.
- 4) Reducir el tiempo de ciclo. Es la sumatoria del tiempo de procesamiento (conversiones) más el tiempo de esperas, inspecciones y transportes.
- 5) Simplificar, por medio de la minimización del número de pasos y partes. La simplificación puede concretarse eliminando las actividades que no generan valor, optimizando los pasos o partes de las actividades que lo generan o reorganizando el proceso de producción.
- 6) Incrementar la flexibilidad de la producción. A través de la generación de diseños modulares, estandarizar piezas o partes del producto y utilizar cuadrillas que se adapten al nuevo modelo de producción (multicadrillas que realicen varias labores).
- 7) Incrementar la transparencia del proceso. Es importante que todo el personal conozca de principio a fin el flujo de producción.
- 8) Enfocar el control al proceso completo. Lo que se espera es centrar la atención en el control global del proceso, para lo cual se requieren mediciones del proceso completo y, al mismo tiempo, personas con autoridad para ejercerlo.
- 9) Mejorar continuamente en el proceso. Para lo cual se requiere implementar diferentes acciones: – Mejorar las mediciones y el seguimiento de los procesos. – Entregar responsabilidades del mejoramiento a todos los empleados. – Utilizar procedimientos estandarizados como base de las mejores prácticas. – Centrar la atención del control en la causa de los problemas. – Crear una cultura del mejoramiento.
- 10) Balancear el mejoramiento de los flujos y las conversiones. Se debe realizar un balance entre el mejoramiento de los flujos, detectando y eliminando las actividades que no agregan valor (pérdidas), y el

mejoramiento de las conversiones mediante la implementación de las nuevas tecnologías.

- 11) Referenciar (benchmarking). Debe compararse el desempeño del proceso de producción, con los líderes del sector, buscando aplicar procesos de clase mundial.

### 2.3.2. Torre Grúa

La torre grúa, es un equipo que funciona electromecánicamente o hidráulicamente con un eje vertical giratorio y un brazo con varias poleas, que sirve para levantar pesos y trasladarlos de un punto a otro, dentro del círculo que el brazo describe. Otra definición es que se trata de un tipo de grúa empleada para la elevación y transporte de cargas, el transporte se por un gancho que está suspendido en un cable, en un radio de varios metros, a todos los niveles y en todas direcciones.

La torre grúa está conformada esencialmente por una torre metálica, brazo horizontal giratorio, y motores de orientación, distribución de la carga. La capacidad de carga depende del requerimiento de cada proyecto y es variable para cada grúa, pues está basada en el equilibrio de la carga con los contrapesos, ubicados en un extremo del brazo giratorio, siendo la torre el eje de equilibrio. En la industria de la construcción-edificación, este tipo de grúa constituye un medio vital a cuyo alrededor gira toda la obra. Define el ritmo de trabajo y es el medio más universal empleado para el manejo de cargas y materiales, dejándolos con precisión en el lugar requerido.



Figura 2. Torre grúa como imagen de la construcción (Fuente: Grupo Digama, 2015)

### 2.3.2.1. Componente de una torre grúa

Vamos a describir los componentes de una torre grúa:

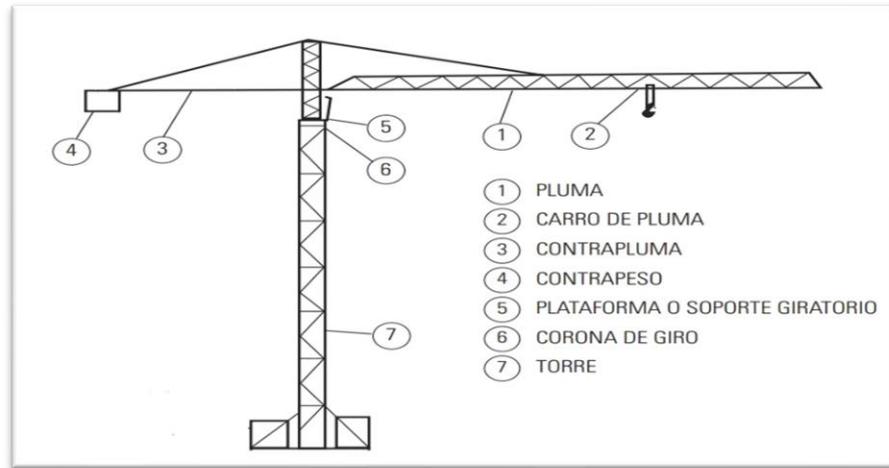


Figura 3. Componentes de una torre grúa (Fuente: Elaboración propia).

### 2.3.2.2. Torre

Es el componente vertical de la torre grúa. Está conformado por una estructura metálica de sección normalmente cuadrada, cuyo principal objetivo es brindar a la grúa la altura suficiente para que la pluma gire sin obstáculo durante la ejecución proyecto. Normalmente está formada por módulos metálicos que facilitan su montaje. Estos tienen una longitud entre 1.20 m y 1.40 m de lado, serán de mayor longitud debido a la demanda de peso y altura necesitada. Los módulos son unidos mediante pines o tuercas que en conjunto alcanzan la altura proyectada.

### 2.3.2.3. Pluma

Está conformada por una estructura metálica de sección triangular cuyo principal objetivo es aportar a la grúa torre de radio y alcance necesario para poder trasladar los materiales. Sus características, forma y dimensión varían según los requerimientos de peso y longitud de cada proyecto. A lo largo de la pluma se instalará un cable fijador, donde el personal especializado podrá desplazarse durante los trabajos de montaje, revisión y mantenimiento de la grúa. Existen dos tipos de plumas: la pluma horizontal, que sólo giran 360° alrededor de su eje plano horizontal, y la pluma abatible que gira de forma horizontal y vertical, pero con una menor velocidad.

#### 2.3.2.4. Corona de Giro

La corona de giro es el componente principal de orientación cuyo propósito es transmitir los esfuerzos (carga viva, muerta, momento, fuerzas horizontales y verticales, entre otras) de la parte giratoria a la parte fija de la torre. Esta estructura metálica es capaz de soportar el peso de la pluma, contra pluma y el contrapeso de la estructura horizontal de la torre grúa.

#### 2.3.2.5. Contra pluma

La longitud de esta parte de la grúa varía entre el 30 y 35 % de la longitud de la flecha o pluma. Especificado en la ficha técnica. En la parte posterior se colocan los contrapesos que son ubicados con una grúa telescópica o una segunda grúa torre en algunos casos.

#### 2.3.2.6. Contrapeso

Es una estructura de pesos variables, está hecho de concreto prefabricado que se coloca para poder estabilizar el peso de las cargas a realizar, así como también estabilizar la inercia que se produce en la flecha. Esta estructura estabiliza a la grúa torre en su estado de reposo y en movimiento.

#### 2.3.2.7. Carro de pluma

Este consiste en un carro que se mueve a lo largo de la flecha a través de unos carriles. Este movimiento da la maniobrabilidad necesaria en la grúa y soporta el peso a levantar.

### 2.4. Definición de términos básicos

#### 2.4.1. Rendimiento

Se refiere a la proporción que resulta entre los medios o materiales utilizados para conseguir algo y el resultado final que se obtiene.

#### 2.4.2. Producción

En la construcción la producción es la ejecución de actividades o partidas en un determinado tiempo. Una alta producción significa realizar las partidas con la menor cantidad de recursos en menor cantidad de tiempo.

Revista Perú construye (2018) significa reducir tiempos de ejecución y costos, aspectos vitales para cualquier empresa constructora, con la torre grúa al tener alta capacidad de carga ,puede transportar mayor peso en un menor número de

trasladados por lo que es más eficiente y seguro ,a ello hay que sumarle la versatilidad en el montaje y desmontaje., concluye que el uso de estos equipos hace posible que los procesos constructivos sean rápidos y seguros, lo que resulta en una mejora considerable de la productividad.(pág. 78)

Universidad de las Américas, México (2005), la productividad es la relación entre los factores productivos y la producción final utilizados en la producción de bienes y servicios, una productividad mayor significa hacer más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menor capital.

#### 2.4.3. Torre grúa

En una Maquinaria conformada de estructura metálica desmontable que funciona con corriente eléctrica, con diseño especializado elaborado para la carga en la construcción.

#### 2.4.4. Capacidad de carga

Es la potencia máxima que tiene una torre grúa para el izaje de una determinada carga.

## CAPITULO III: SISTEMA DE HIPOTESIS

### 3.1. Hipótesis

#### 3.1.1. Hipótesis general

La torre grúa optima mejora la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery.

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

- A) Un correcto análisis de las actividades involucradas con la grúa torre mejorará la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery
- B) El proceso constructivo adecuado mejorará la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery
- C) Al analizar el uso de la grúa torre mejorará los costos y tiempos en la construcción de casco estructural del edificio multifamiliar greenery
- D) Existe la probabilidad que al seleccionar el modelo óptimo mejorará los rendimientos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery.

### 3.2. Sistema de variables

#### 3.2.1. Definición conceptual y operacional

La variable dependiente de la investigación, fue la Torre grúa y la variable independiente es la modelo de torre grúa, debido a que los modelos de la torre grúa puede ser modificada para obtener una producción deseada.

#### 3.2.2. Operacionalización de las variables

##### 3.2.2.1. Operacionalización de la variables-Variable dependiente

Tabla 1  
Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTO
Modelo Torre Grúa	Capacidad de carga	Tiempos de desplazamient o	Ficha técnica
	Radio de giro	Material a transportar	Plantilla de Excel
	Altura		
	Longitud de pluma		

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.2.Operacionalización de la variables-Variable dependiente

Tabla 2  
Operacionalización de variable dependiente

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Producción</b>	Costos	Cuadrilla	Lean Construction
	Plazos	Horas productivas	Plantilla de Excel
	Rendimientos	Observación	
	Proceso Constructivo		

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV: METODOLOGIA

### 4.1. Método de Investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque a través de la toma de datos, se realizó el análisis de la productividad y se determinó el modelo de torre grúa a usar y se realizó un análisis de la productividad de la torre grúa.

La orientación de la investigación es aplicada, se investiga sobre el uso y selección del modelo óptimo de una torre grúa, con la finalidad de analizar los costos, tiempos y rendimientos.

### 4.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, porque mide y describe la variable dependiente

Correlacional, porque se analizó y evaluó la identificación de la relación que existe entre las variables independientes y dependientes.

### 4.3. Diseño de investigación

Según el propósito de estudio es No experimental, porque los hechos y las variables ya ocurrieron.

Según el número de mediciones es Longitudinal, porque se tomaron varias muestras durante la ejecución de la obra.

Según la cronología de la observación es Prolectivo, porque se evaluaron las muestras obtenidas en el campo de acuerdo al criterio del investigador.

### 4.4. Población y muestra

#### 4.4.1. Población

La población de estudio está conformada por un total de 37 proyectos donde se utilizó torre grúa, la unidad de observación son los proyectos de edificación donde se utilizó torre grúa. Para el cálculo de la muestra de empleo una población de (N=37 PROYECTOS), la cual fue calculada al 95% de confiabilidad (K=1.96), una proporción esperada de 0.5 (p y q) y un 5% de error muestral. Aplicando la fórmula de cálculo de muestra por la población finita  $n=34$ . Técnica de muestreo: El tipo de muestreo es el aleatorio sistemático, porque se ha elegido un proyecto de edificio al azar y a partir de

ella, a intervalos constantes, se eligen las demás hasta completar la muestra. La población está conformada por un total de 34 proyectos de edificación donde se utiliza torre grúa

La población de estudio serían las construcciones de edificaciones que utilicen torre grúa, puesto que estas son el objeto de trabajo.

#### 4.4.2. Muestra

Para el cálculo de la muestra se empleó una población (N) la cual se estableció un 95% de confiabilidad y 5 % de error muestral. Cálculo de la muestra (fórmula 1):

$$\frac{k^2 N p q}{e^2 (N - 1) + k^2 p q} \dots\dots\dots (1)$$

- k = 1.96 (Nivel de confianza al 95 %)
- N = 128 proyectos inmobiliarios.
- p = 0.5 (proporción esperada 50%)
- q = 0.5 (1-p = 0.5)
- e = 0.05 (Error muestral)
- n = 34 proyectos inmobiliarios a ser estudiadas.

#### 4.5. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

##### 4.5.1. Técnicas de muestreo

El tipo de Muestreo es el Aleatorio Sistemático, porque se eligió un proyecto inmobiliario al azar y a partir de ella, a intervalos constantes, se eligieron las demás hasta completar la muestra.

$$MAS = N/n \dots\dots\dots IIM = 128/97 = 1.09$$

##### 4.5.2. Métodos y técnicas

El método utilizado fue la encuesta transversal dirigido a profesionales con conocimientos y experiencia en analizar la producción utilizando torres grúas. El instrumento de recolección de datos fue un cuestionario semiestructurado constituidas de preguntas cerradas, con valores dicotómicos (Ver Anexo N°2: Cuestionario)

#### 4.6. Descripción y procesamiento de análisis

La recolección de datos fue realizada en el campo, se tomaron en cuenta los tiempos y costos en los vaciados de concreto.

#### 4.7. Validez del instrumento

Este proceso se realizó por juicio de expertos, para lo cual se solicitó la opinión de 3 profesionales con experiencia en analizar la producción utilizando torre grúa en obra, quienes analizaron a pertinencia muestral del instrumento (Ver anexo 2), a ellos se les entregó la matriz de consistencia, el instrumento de recolección de datos y la ficha de validación con los indicadores respectivos. Sobre la base del procedimiento de validación descrita, los expertos consideraron los objetivos del estudio en los ítems constitutivos del instrumento de recopilación de la información.

Tabla 3  
Nivel de validez de cuestionario

<b>Expertos</b>	<b>Gestión de costos</b>
	<b>%</b>
Alfredo Untama Mosqueira Magister, Ingeniero civil	70
Fernando Mercado Tupiño Magister, Ingeniero Civil, Ana Heredia Rucoba Magister, Ingeniero de Sistemas	68
<b>Promedio</b>	<b>69.7</b>

Fuente: Elaboración Propia

Los valores resultantes, después de tabular la calificación emitida por los expertos se presenta en la siguiente tabla 4.

Tabla 4  
Valores del nivel de validez de los cuestionarios

<b>Valores</b>	<b>Niveles de validez</b>
81-100	Excelente
61-80	Muy Bueno
41-60	Bueno
21-40	Regular
00-20	Deficiente

Fuente: Elaboración propia.

Dada la validez del instrumento por juicio de expertos, donde el cuestionario obtuvo un valor de 69.70%, se deduce una validez con calificativo de muy bueno por encontrarse dentro del rango del 61 -80 en valores.

## CAPITULO V: PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Presentación de los resultados

Los resultados de los 34 resultados se obtuvieron mediante el programa SPSS Statistics 25, de donde se realizó el análisis e interpretación de resultados, estos proyectos se encuentran ejecutados en lima metropolitana en años anteriores. El programa SPSS Statistics 25 nos dio la información del alfa de Cronbach prueba de normalidad y la data para la contrastación de hipótesis.

#### 5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio

Tabla 5  
Profesión de las personas encuestadas

	Frecuencia	Porcentaje
Válido		
Arquitectura	5	14.7
Ingeniería	29	85.3
Total	34	100.0

Fuente: Elaboración propia

Se determinó según la muestra de la tabla 5, que el cargo en el cual se desempeñan en la empresa, se tiene que un total de 29 son ingenieros que representa el 85.3 %, y 5 son arquitectos que representan el 14.7%.

Tabla 6  
Cargo en la empresa

	Frecuencia	Porcentaje
Válido		
Gerente	10	29.4
Jefe de campo	3	8.8
Jefe de oficina técnica	6	17.6
Producción	4	11.8
Residente de obra	11	32.4
Total	34	100.0

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 muestra, la experiencia que tienen en el puesto los diferentes profesionales encuestados. Por lo que se puede observar que la mayor parte lo ocupan los gerentes con 29.4% y, por otro lado, la menor parte lo ocupan los jefes de campo con 8.8%.

Tabla 7  
Años de experiencia en su puesto

	Frecuencia	Porcentaje	
	1,0	1	2.9
	2,0	3	8.8
	3,0	2	5.9
	4,0	4	11.8
	5,0	4	11.8
Válido	6,0	5	14.7
	7,0	5	14.7
	8,0	4	11.8
	9,0	5	14.7
	12,0	1	2.9
	Total	34	100.0

Fuente: Elaboración propia

Según se muestra en la tabla 7, el 14.7 % de los encuestados tiene entre 5, 6 y 9 años de experiencia en su puesto.

Tabla 8  
Edad de profesionales encuestados

	Frecuencia	Porcentaje	
	27	1	2.9
	28	2	5.9
	29	2	5.9
	31	1	2.9
	33	1	2.9
	34	1	2.9
	35	2	5.9
	36	1	2.9
	38	3	8.8
	39	1	2.9
	40	2	5.9
	41	2	5.9
Válido	42	1	2.9
	43	1	2.9
	45	1	2.9
	46	1	2.9
	47	2	5.9
	48	1	2.9
	49	2	5.9
	50	2	5.9
	52	1	2.9
	54	1	2.9
	55	1	2.9
	58	1	2.9
	Total	34	100.0

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 8, la edad de los profesionales va desde de los 27 años hasta los 58 años.

### 5.1.2. Índice de validez del instrumento

La medida que se ha utilizado para verificar la fiabilidad, es el coeficiente de alfa de Cronbach, que de acuerdo al criterio de George y Mallery (2003, p231), el valor mínimo aceptable para el coeficiente de alfa de Cronbach es 0.7; ya que si el valor es inferior a este revela una débil relación entre las preguntas, si el valor es superior significa que existe una fuerte relación entre las preguntas.

Por otro lado, Polit y Hungler (2010), al igual que Burns y Grove (2004), afirman que no hay normas para determinar qué coeficiente de confiabilidad resulta aceptable, pero que en general es aceptable hasta un valor mínimo de 0,70. Otros autores como Sturme, Newton, Cowley, Bouras, Holt (2005) y Llarena (2008), consideran un coeficiente de confiabilidad de alfa de Cronbach aceptable mínimo de 0,6.

Tabla 9  
Evaluación de los coeficientes de alfa de Cronbach.

Coeficiente alfa >0,9	Excelente
Coeficiente alfa >0,8	Bueno
Coeficiente alfa >0,7	Aceptable
Coeficiente alfa >0,6	Cuestionable
Coeficiente alfa >0,5	Inaceptable

Fuente: George y Mallery (2003).

Tabla 10  
Estadística de fiabilidad (Alfa de Cronbach - SPSS).

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.771	22

Fuente: Elaboración propia

Según se muestra en la tabla 10, el valor de alfa de Cronbach es 0.771 es indica que estamos en un rango aceptable.

Tabla 11  
Estadística del total de elementos (Alfa de Cronbach - SPSS).

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1.- ¿Con que frecuencia usa la	76.71	57.365	0.496	0.835	0.754

torre grúa para el transporte de materiales en obra?					
2.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para vaciado de concreto en obra?	76.62	60.122	0.167	0.812	0.773
3.- ¿Cree que el uso de la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos del personal?	77.35	56.478	0.406	0.866	0.757
4.- ¿Las operaciones de montaje y desmontaje de la torre grúa son realizadas por personal calificado?	76.85	59.038	0.364	0.862	0.761
5.- ¿Con que frecuencia usan las normativas de seguridad en torres grúas?	77.44	57.951	0.300	0.948	0.764
6.- ¿Cree que el uso de la torre grúa hace posible que los procesos constructivos sean rápidos y seguros?	77.00	58.000	0.353	0.756	0.761
7.- ¿Realiza trenes de trabajo al usar la torre grúa?	77.21	57.259	0.466	0.842	0.755
8.- ¿Utiliza la filosofía Lean Construction en obra?	76.97	60.272	0.224	0.738	0.768
9.- ¿Utiliza el Lookahead en obra?	77.35	56.235	0.423	0.859	0.756
10.- ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?	78.12	61.622	0.133	0.726	0.772
11.- ¿Cree usted que la torre grúa reduce el tiempo de ejecución de la obra?	76.91	56.507	0.579	0.879	0.749
12.- ¿Cree usted que el alcance de	76.74	55.049	0.653	0.948	0.743

la torre grúa reducen los tiempos en la construcción?					
13.- ¿Cree usted que el uso de la torre grúa mejora el control de los programas diarios de la obra?	76.53	65.226	-0.241	0.775	0.787
14.- ¿Utilizas el software S10 para el control de costos en obra?	77.18	63.241	-0.046	0.718	0.783
15.- ¿Utilizas el software Ms Project para el control de tiempos en obra?	77.38	51.031	0.656	0.821	0.734
16.- ¿Utilizas el sistema Last Planner en obra?	77.56	59.709	0.172	0.904	0.773
17.- ¿Usaste la torre grúa telescópica durante la ejecución de obra?	76.91	55.234	0.455	0.862	0.753
18.- ¿Al elegir la torre grúa analiza el espacio necesario para operaciones y maniobras?	77.12	59.440	0.249	0.873	0.767
19.- ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?	78.94	64.542	-0.147	0.689	0.790
20.- ¿Cree usted que la capacidad de carga es un factor predominante en la selección de una torre grúa?	77.00	56.424	0.437	0.611	0.755
21.- ¿Crees usted que el uso de una torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil?	77.26	56.625	0.316	0.688	0.764
22.- ¿La empresa verifica que la torre grúa cuente con certificación vigente antes de requerir sus servicios?	77.38	54.486	0.512	0.843	0.749

Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados muestran que la consistencia interna para medir la fiabilidad del instrumento utilizando el programa SPSS, es aceptable con un alfa de Cronbach 0.771, en el Análisis de producción de una torre grúa y selección del modelo para optimizar tiempos y costos en una edificación Multifamiliar.

### 5.1.3. Prueba de normalidad

Según se muestran los resultados del SPSS en la tabla 12, nos indica la normalidad en cada una de las 34 preguntas, sabemos que ( $n < 50$ ), por lo que se procede a analizar la prueba de Shapiro-Wilk y el Sig. al ser menor de 0.05 se puede afirmar que los datos no proceden a una distribución normal, por lo que, solo se utilizaran pruebas estadísticas no paramétricas.

Tabla 12  
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para el transporte de materiales en obra?	0.244	34	0.000	0.800	34	0.000
2.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para vaciado de concreto en obra?	0.296	34	0.000	0.706	34	0.000
3.- ¿Cree que el uso de la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos del personal?	0.276	34	0.000	0.878	34	0.001
4.- ¿Las operaciones de montaje y desmontaje de la torre grúa son realizadas por personal calificado?	0.282	34	0.000	0.799	34	0.000
5.- ¿Con que frecuencia usan las normativas de seguridad en torres grúas?	0.337	34	0.000	0.817	34	0.000
6.- ¿Cree que el uso de la torre grúa hace	0.261	34	0.000	0.860	34	0.000

---

posible que los procesos constructivos sean rápidos y seguros?						
7.- ¿Realiza trenes de trabajo al usar la torre grúa?	0.281	34	0.000	0.853	34	0.000
8.- ¿Utiliza la filosofía Lean Construction en obra?	0.314	34	0.000	0.822	34	0.000
9.- ¿Utiliza el Lookahead en obra?	0.276	34	0.000	0.878	34	0.001
10.- ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?	0.328	34	0.000	0.761	34	0.000
11.- ¿Cree usted que la torre grúa reduce el tiempo de ejecución de la obra?	0.310	34	0.000	0.819	34	0.000
12.- ¿Cree usted que el alcance de la torre grúa reducen los tiempos en la construcción?	0.249	34	0.000	0.822	34	0.000
13.- ¿Cree usted que el uso de la torre grúa mejora el control de los programas diarios de la obra?	0.311	34	0.000	0.746	34	0.000
14.- ¿Utilizas el software S10 para el control de costos en obra?	0.298	34	0.000	0.846	34	0.000
15.- ¿Utilizas el software Ms Project para el control de tiempos en obra?	0.225	34	0.000	0.898	34	0.004
16.- ¿Utilizas el sistema Last Planner en obra?	0.285	34	0.000	0.863	34	0.001
17.- ¿Usaste la torre grúa telescópica durante la ejecución de obra?	0.224	34	0.000	0.832	34	0.000

---

18.- ¿Al elegir la torre grúa analiza el espacio necesario para operaciones y maniobras?	0.260	34	0.000	0.865	34	0.001
19.- ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?	0.248	34	0.000	0.783	34	0.000
20.- ¿Cree usted que la capacidad de carga es un factor predominante en la selección de una torre grúa?	0.228	34	0.000	0.840	34	0.000
21.- ¿Crees usted que el uso de una torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil?	0.191	34	0.003	0.894	34	0.003
22.- ¿La empresa verifica que la torre grúa cuente con certificación vigente antes de requerir sus servicios?	0.217	34	0.000	0.877	34	0.001

Fuente: Elaboración propia

La correlación de cada una de las 22 preguntas y con la prueba total son positivas, alcanzando un máximo de 0.894 y mínimo de 0.191

#### 5.1.4. Grado de asociación entre las variables

Al utilizar pruebas estadísticas no paramétricas, la presente tesis utilizara para la medición de la correlación el coeficiente de Rho Spearman, para así ver el significado de nuestra correlación.

Tabla 13  
Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 1

		1.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para el transporte de materiales en obra?	2.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para vaciado de concreto en obra?	3.- ¿Cree que el uso de la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos del personal?	4.- ¿Las operaciones de montaje y desmontaje de la torre grúa son realizadas por personal calificado?	5.- ¿Con que frecuencia usan las normativas de seguridad en torres grúas?	
Rho de Spearman	1.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para el transporte de materiales en obra?	Coefficiente de correlación	1.000	0.051	,427*	0.245	,348*
		Sig. (bilateral)		0.773	0.012	0.163	0.044
		N	34	34	34	34	34
	2.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para vaciado de concreto en obra?	Coefficiente de correlación	0.051	1.000	-0.143	0.031	0.007
		Sig. (bilateral)	0.773		0.420	0.863	0.968
		N	34	34	34	34	34
	3.- ¿Cree que el uso de la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos del personal?	Coefficiente de correlación	,427*	-0.143	1.000	,426*	,503**
		Sig. (bilateral)	0.012	0.420		0.012	0.002
		N	34	34	34	34	34
	4.- ¿Las operaciones de montaje y desmontaje de la torre grúa son realizadas por personal calificado?	Coefficiente de correlación	0.245	0.031	,426*	1.000	,619**
		Sig. (bilateral)	0.163	0.863	0.012		0.000
		N	34	34	34	34	34
	5.- ¿Con que frecuencia usan las normativas de seguridad en torres grúas?	Coefficiente de correlación	,348*	0.007	,503**	,619**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.044	0.968	0.002	0.000	
		N	34	34	34	34	34

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14  
Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 2

		6.- ¿Cree que el uso de la torre grúa hace posible que los procesos constructivos sean rápidos y seguros?	7.- ¿Realiza trenes de trabajo al usar la torre grúa?	8.- ¿Utiliza la filosofía Lean Construction en obra?	9.- ¿Utiliza el Lookahead en obra?	10.- ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?	
Rho de Spearman	6.- ¿Cree que el uso de la torre grúa hace posible que los procesos constructivos sean rápidos y seguros?	Coefficiente de correlación	1.000	-0.053	0.103	,446**	0.118
		Sig. (bilateral)		0.768	0.562	0.008	0.508
		N	34	34	34	34	34
	7.- ¿Realiza trenes de trabajo al usar la torre grúa?	Coefficiente de correlación	-0.053	1.000	0.127	0.203	0.263
		Sig. (bilateral)	0.768		0.475	0.250	0.133
		N	34	34	34	34	34
	8.- ¿Utiliza la filosofía Lean Construction en obra?	Coefficiente de correlación	0.103	0.127	1.000	0.136	-0.026
		Sig. (bilateral)	0.562	0.475		0.443	0.883
		N	34	34	34	34	34
	9.- ¿Utiliza el Lookahead en obra?	Coefficiente de correlación	,446**	0.203	0.136	1.000	,366*
	Sig. (bilateral)	0.008	0.250	0.443		0.033	
	N	34	34	34	34	34	
10.- ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?	Coefficiente de correlación	0.118	0.263	-0.026	,366*	1.000	
	Sig. (bilateral)	0.508	0.133	0.883	0.033		
	N	34	34	34	34	34	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15  
Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 3

		11.- ¿Cree usted que la torre grúa reduce el tiempo de ejecución de la obra?	12.- ¿Cree usted que el alcance de la torre grúa reducen los tiempos en la construcción?	13.- ¿Cree usted que el uso de la torre grúa mejora el control de los programas diarios de la obra?	14.- ¿Utilizas el software S10 para el control de costos en obra?	15.- ¿Utilizas el software Ms Project para el control de tiempos en obra?	16.- ¿Utilizas el sistema Last Planner en obra?	
Rho de Spearman	11.- ¿Cree usted que la torre grúa reduce el tiempo de ejecución de la obra?	Coefficiente de correlación	1.000	,764**	-0.161	-0.019	0.250	-0.038
		Sig. (bilateral)		0.000	0.362	0.917	0.154	0.831
		N	34	34	34	34	34	34
	12.- ¿Cree usted que el alcance de la torre grúa reducen los tiempos en la construcción?	Coefficiente de correlación	,764**	1.000	-0.096	-0.116	,499**	-0.222
		Sig. (bilateral)	0.000		0.591	0.515	0.003	0.207
		N	34	34	34	34	34	34
	13.- ¿Cree usted que el uso de la torre grúa mejora el control de los programas diarios de la obra?	Coefficiente de correlación	-0.161	-0.096	1.000	0.134	-0.091	0.104
		Sig. (bilateral)	0.362	0.591		0.450	0.608	0.558
		N	34	34	34	34	34	34
	14.- ¿Utilizas el software S10 para el control de costos en obra?	Coefficiente de correlación	-0.019	-0.116	0.134	1.000	-0.172	0.140
		Sig. (bilateral)	0.917	0.515	0.450		0.332	0.430
		N	34	34	34	34	34	34
15.- ¿Utilizas el software Ms Project para el control de tiempos en obra?	Coefficiente de correlación	0.250	,499**	-0.091	-0.172	1.000	0.308	
	Sig. (bilateral)	0.154	0.003	0.608	0.332		0.077	
	N	34	34	34	34	34	34	
16.- ¿Utilizas el sistema Last Planner en obra?	Coefficiente de correlación	-0.038	-0.222	0.104	0.140	0.308	1.000	
	Sig. (bilateral)	0.831	0.207	0.558	0.430	0.077		
	N	34	34	34	34	34	34	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16  
Correlación de Rho de Spearman del Objeto específico 4

		17.- ¿Usaste la torre grúa telescópica durante la ejecución de obra?	18.- ¿Al elegir la torre grúa analiza el espacio necesario para operaciones y maniobras?	19.- ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?	20.- ¿Cree usted que la capacidad de carga es un factor predominante en la selección de una torre grúa?	21.- ¿Crees usted que el uso de una torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil?	22.- ¿La empresa verifica que la torre grúa cuenta con certificación vigente antes de requerir sus servicios?	
Rho de Spearman	17.- ¿Usaste la torre grúa telescópica durante la ejecución de obra?	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	1.000	0.134	-0.054	,418*	0.327	,546**
		N	34	34	34	34	34	34
	18.- ¿Al elegir la torre grúa analiza el espacio necesario para operaciones y maniobras?	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	0.134	1.000	0.171	0.155	0.312	0.051
		N	34	34	34	34	34	34
	19.- ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	-0.054	0.171	1.000	-0.190	-0.164	-0.190
		N	34	34	34	34	34	34
	20.- ¿Cree usted que la capacidad de carga es un factor predominante en la selección de una torre grúa?	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	,418*	0.155	-0.190	1.000	0.122	0.325
		N	34	34	34	34	34	34
	21.- ¿Crees usted que el uso de una torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil?	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral)	0.327	0.312	-0.164	0.122	1.000	0.286
		N	34	34	34	34	34	34
			0.059	0.073	0.355	0.490		0.101

22.- ¿La empresa verifica que la torre grúa cuente con certificación vigente antes de requerir sus servicios?	Coeficiente de correlación	,546**	0.051	-0.190	0.325	0.286	1.000
	Sig. (bilateral)	0.001	0.774	0.282	0.061	0.101	
	N	34	34	34	34	34	34

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Análisis de Resultados

### 5.2.1. Estadísticos descriptivos de la información

Para el análisis de los resultados, se consideraron utilizar las 4 variables obtenidas en la investigación, para así obtener un porcentaje de las encuestas establecidas por cada variable según la escala de Likert.

#### 5.2.1.1. Procesos Constructivos

Tabla 17

Respuestas según la escala de Likert respecto a la variable Procesos constructivos

<b>Nunca</b>	1
<b>Raramente</b>	20
<b>Ocasionalmente</b>	55
<b>Frecuentemente</b>	72
<b>Muy frecuentemente</b>	22

Fuente: Elaboración propia

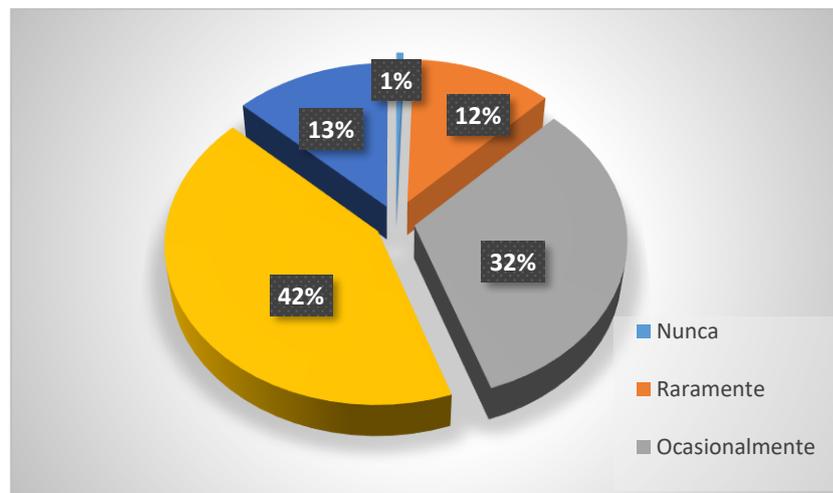


Figura 4. Porcentaje de la escala de Likert respecto a la variable Procesos Constructivos  
(Fuente: Elaboración propia)

Según la figura 4, se concluye que el 55% (13% Muy frecuentemente y 42% Frecuentemente) conocen los procesos Constructivos a realizar con el uso de torre grúa.

#### 5.2.1.2. Producción

Tabla 18

Respuestas según la escala de Likert respecto a la variable Producción

<b>Nunca</b>	3
<b>Raramente</b>	16
<b>Ocasionalmente</b>	39
<b>Frecuentemente</b>	100
<b>Muy frecuentemente</b>	46
<b>Total</b>	<b>204</b>

Fuente: Elaboración propia

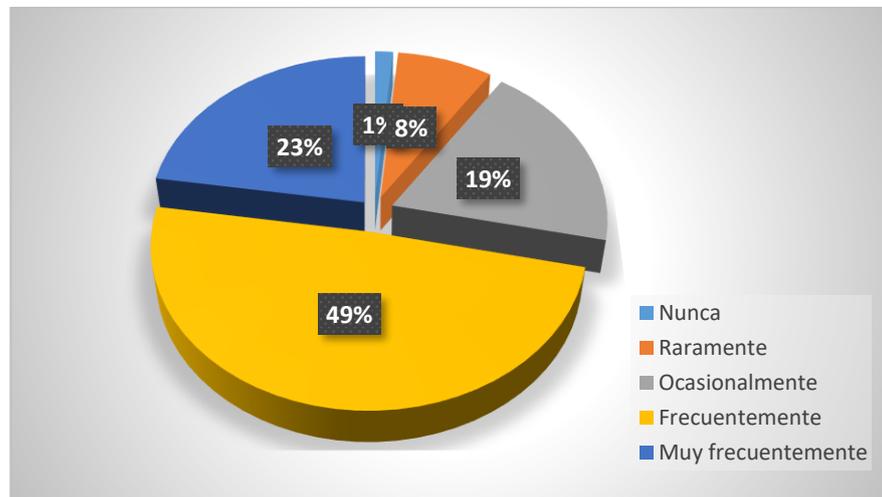


Figura 5. Porcentaje de la escala de Likert respecto a la variable Producción (Elaboración propia)

Según la figura 5, se concluye que el 72% (23% Muy frecuentemente y 49% Frecuentemente) mejora la producción al usar torre grúa.

#### 5.2.1.3. Modelo torre grúa

Tabla 19

Respuestas según la escala de Likert respecto a la variable Modelo de torre grúa

<b>Nunca</b>	15
<b>Raramente</b>	27
<b>Ocasionalmente</b>	58
<b>Frecuentemente</b>	60
<b>Muy frecuentemente</b>	44
<b>Total</b>	<b>204</b>

Fuente elaboración propia

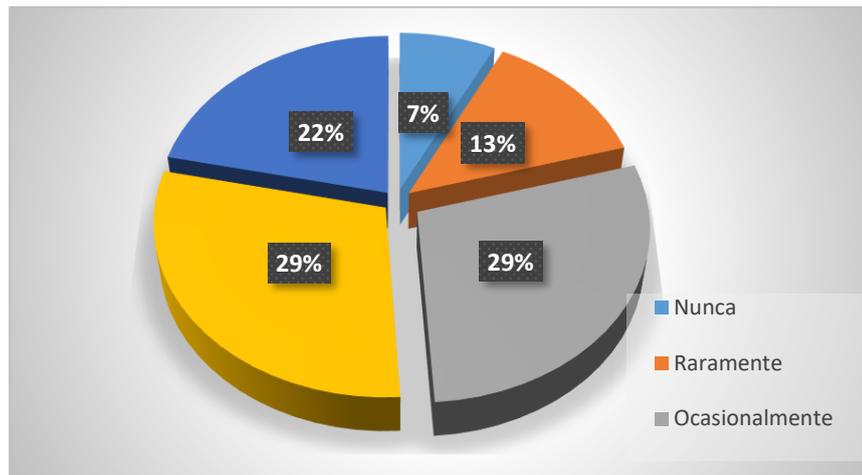


Figura 6. Porcentaje de la escala de Likert respecto a la variable Modelo de torre grúa (Fuente: Elaboración propia)

Según la figura 6, Se concluye que el 51% (22% Muy frecuentemente y 29% Frecuentemente) sabe qué modelo de torre grúa debe usar para mejorar la producción.

#### 5.2.2. Análisis de la calidad

Existen diversas técnicas cualitativas y pocas técnicas cuantitativas como las gráficas, que permiten determinar si la prestación de un servicio se encuentra bajo control; es decir, verificar si la calidad está dentro de los estándares establecidos por la empresa o institución, o fuera de ellos. El estudio muestra gráficas de control para medias de un proceso de aplicación a fin de identificar las áreas con deficiencias en la gestión de costos e implementar mejoras en los procesos.

El análisis cuantitativo efectuó la evaluación de la información disponible sobre los riesgos del proyecto se consideró las gráficas de control, para comprender cuales son los procesos que requieren mayor estudio y que necesitan de mejoras para cumplir con los objetivos del presente estudio.

#### 5.2.3. Análisis Cuantitativo

En el análisis cuantitativo se realizó la evaluación de la información disponible sobre los riesgos del proyecto, para ayudar a la clarificación y evaluación de la importancia del riesgo para el proyecto. En el análisis cuantitativo se consideró las gráficas de control, para comprender cuales son los procesos que requieren

mayor control y que necesitan mejoras para cumplir con las metas de los proyectos.

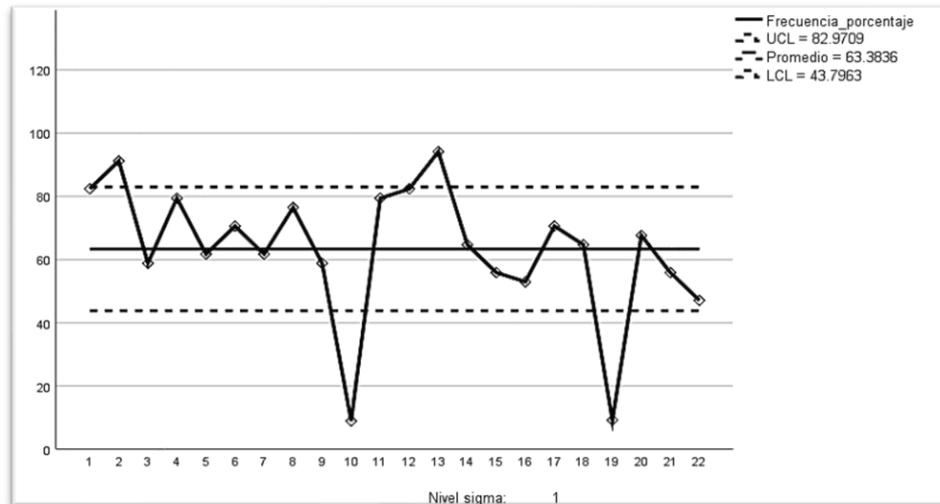


Figura 7. Grafica de control estadística de calidad (Fuente: Elaboración propia)

La Figura 7 muestra los puntos 10 y 19 están fuera de control por debajo del 60%. Se tiene que poner mayor énfasis en esos cuatro procesos, y realizar un análisis de riesgos, para tenerlo en cuenta en la propuesta de mejora. El análisis cualitativo consiste en priorizar los riesgos para tomar acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos, para mejorar el desempeño de los procesos del proyecto concentrando los riesgos de alta prioridad.

Tabla 20

Proceso de la correspondencia que se encuentra en la zona de riesgo

Ítem	Descripción	Relación
10	(10) ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápido que el vaciado con bomba de concreto?	Baja*
19	(19) ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?	Baja*

Fuente: Elaboración propia

(10). ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápido que el vaciado con bomba de concreto?

(19). ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?

Se tiene que poner mayor énfasis a estos dos procesos, y realizar un análisis de riesgos, para tenerlo en cuenta en la propuesta de mejora.

#### 5.2.4. Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo consistió en priorizar los riesgos para tomar acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos, para mejorar el desempeño de los procesos del proyecto concentrando los riesgos de alta prioridad.

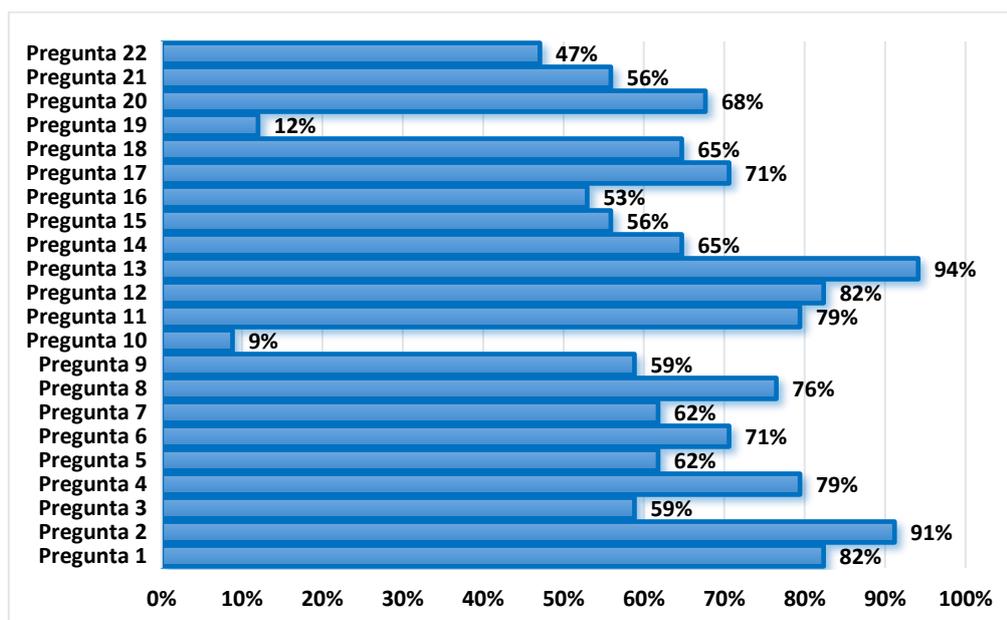


Figura 8. Porcentaje de procedimiento aplicado (Fuente: Elaboración propia)

Donde se determinó que los procesos que se aplicará la propuesta de mejora se muestran en la tabla 21.

Tabla 21

Procesos de la correspondencia de procesos de la propuesta de mejora

3	(3) ¿Cree que el uso de la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos del personal?	Regular*
5	(5) ¿Con que frecuencia usan las normativas de seguridad en torres grúas?	Bueno*
7	(7) ¿Realiza trenes de trabajo al usar la torre grúa?	Bueno*
8	(8) ¿Utiliza la filosofía Lean Construction en obra?	Baja*
9	(9) ¿Utiliza el Lookahead en obra?	Regular*
10	(10) ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?	Baja*
14	(14) ¿Utilizas el software S10 para el control de costos en obra?	Bueno*

15	(15) ¿Utilizas el software Ms Project para el control de tiempos en obra?	Regular*
16	(16) ¿Utilizas el sistema Last Planner en obra?	Regular*
18	(18) ¿Al elegir la torre grúa analiza el espacio necesario para operaciones y maniobras?	Bueno*
19	(19) ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?	Baja*
20	(20) ¿Cree usted que la capacidad de carga es un factor predominante en la selección de una torre grúa?	Bueno*
21	(21) ¿Crees usted que el uso de una torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil?	Regular*
22	(22) ¿La empresa verifica que la torre grúa cuente con certificación vigente antes de requerir sus servicios?	Regular*

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 21, las preguntas tienen un porcentaje de aceptación por debajo de 75%

#### 5.2.5. Análisis de riesgo

Se utilizó para el análisis de riesgo cuadro de doble entrada elaborada por el programa SPSS, las preguntas utilizadas para elaborar los cuadros fueron las que coincidieron en el análisis Cuantitativo y cualitativo, siendo estas las preguntas 10 y 19 que presentaban una valoración baja, quiere decir, un mayor estudio para poder diagnosticar los problemas e implementar una propuesta de mejora.

Tabla 22  
Torre grúa trepadora vs vaciado de concreto con grúa torre

Recuento		19.- ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?			Total
		Nunca	Raramente	Ocasionalmente	
10.- ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?	Raramente	2	3	6	11
	Ocasionalmente	8	7	5	20
	Frecuentemente	3	0	0	3
Total		13	10	11	34

Fuente: Elaboración propia

La tabla 22 indica, que 5 de los profesionales encuestados involucrados manifestaron que ocasionalmente el vaciado con grúa torre es más rápida que

el vaciado con bomba de concreto y además ocasionalmente usó torre grúa trepadora durante la ejecución de obra, por otro lado 3 de los profesionales encuestados manifestaron que raramente el vaciado con grúa torre es más rápida que el vaciado con bomba de concreto y además raramente usaron torre grúa trepadora durante la ejecución de obra.

### 5.3. Contratación de Hipótesis

#### 5.3.1. Contratación de las hipótesis General

Hipótesis Alterna (Ha):

La torre grúa optima mejora la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery

Hipótesis nula (H0):

La torre grúa óptima, no mejora la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery

#### 5.3.2. Contratación de Hipótesis Específicas

##### 5.3.2.1. Hipótesis Especifica 1

Hipótesis Alterna (Ha):

Un correcto análisis de las actividades involucradas con la grúa torre mejora la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery

Hipótesis nula (H0):

Un correcto análisis de las actividades involucradas con la grúa torre, no mejora la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery.

Tabla 23  
Identificación de actividades Hipótesis Especifica 1

<b>1.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para el transporte de materiales en obra?</b>				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ocasionalmente	6	17.6	17.6
	Frecuentemente	16	47.1	64.7
	Muy frecuentemente	12	35.3	100.0
	Total	34	100.0	100.0
<b>2.- ¿Con que frecuencia usa la torre grúa para vaciado de concreto en obra?</b>				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado

	Nunca	1	2.9	2.9	2.9
	Raramente	1	2.9	2.9	5.9
Válido	Ocasionalmente	1	2.9	2.9	8.8
	Frecuentemente	16	47.1	47.1	55.9
	Muy frecuentemente	15	44.1	44.1	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>3.- ¿Cree que el uso de la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos del personal?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Nunca	1	2.9	2.9	2.9
	Raramente	4	11.8	11.8	14.7
Válido	Ocasionalmente	9	26.5	26.5	41.2
	Frecuentemente	16	47.1	47.1	88.2
	Muy frecuentemente	4	11.8	11.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>4.- ¿Las operaciones de montaje y desmontaje de la torre grúa son realizadas por personal calificado?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Ocasionalmente	7	20.6	20.6	20.6
Válido	Frecuentemente	19	55.9	55.9	76.5
	Muy frecuentemente	8	23.5	23.5	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>5.- ¿Con que frecuencia usan las normativas de seguridad en torres grúas?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Nunca	1	2.9	2.9	2.9
	Raramente	6	17.6	17.6	20.6
Válido	Ocasionalmente	6	17.6	17.6	38.2
	Frecuentemente	19	55.9	55.9	94.1
	Muy frecuentemente	2	5.9	5.9	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 74 % de los profesionales involucrados en la construcción de edificaciones realizan actividades involucradas con la grúa torre para mejorar la producción, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación, es decir, en un 26 % de los proyectos de edificación donde se involucre la grúa torre se puede analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo.

#### 5.3.2.2.Hipótesis Especifica 2

Hipótesis Alterna (Ha):

El proceso constructivo adecuado mejorará la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery.

Hipótesis nula (H0):

El proceso constructivo adecuado, no mejorará la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery.

Tabla 24

Procesos constructivos Hipótesis Especifica 2

<b>6.- ¿Cree que el uso de la torre grúa hace posible que los procesos constructivos sean rápidos y seguros?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	2	5.9	5.9	5.9
	Ocasionalmente	8	23.5	23.5	29.4
	Frecuentemente	16	47.1	47.1	76.5
	Muy frecuentemente	8	23.5	23.5	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>7.- ¿Realiza trenes de trabajo al usar la torre grúa?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	2	5.9	5.9	5.9
	Ocasionalmente	11	32.4	32.4	38.2
	Frecuentemente	17	50.0	50.0	88.2
	Muy frecuentemente	4	11.8	11.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>8.- ¿Utiliza la filosofía Lean Construction en obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	1	2.9	2.9	2.9
	Ocasionalmente	7	20.6	20.6	23.5
	Frecuentemente	20	58.8	58.8	82.4
	Muy frecuentemente	6	17.6	17.6	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>9.- ¿Utiliza el Lookahead en obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	2.9	2.9	2.9
	Raramente	4	11.8	11.8	14.7
	Ocasionalmente	9	26.5	26.5	41.2
	Frecuentemente	16	47.1	47.1	88.2
	Muy frecuentemente	4	11.8	11.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>10.- ¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	11	32.4	32.4	32.4
	Ocasionalmente	20	58.8	58.8	91.2
	Frecuentemente	3	8.8	8.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 72 % de los profesionales involucrados en la construcción de edificaciones realizan procesos constructivos adecuados para mejorar la producción, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación, es decir, en un 28% de los proyectos de edificación donde se involucre la grúa torre se puede analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo.

### 5.3.2.3.Hipótesis Especifica 3

Hipótesis Alterna (Ha):

Al analizar el uso de la grúa torre mejoraremos los costos y tiempos en la construcción de casco estructural del edificio multifamiliar greenery

Hipótesis nula (H0):

Al analizar el uso de la grúa torre, no mejoraremos los costos y tiempos en la construcción de casco estructural del edificio multifamiliar greenery.

Tabla 25  
Producción Hipótesis especifica 3

<b>11.- ¿Cree usted que la torre grúa reduce el tiempo de ejecución de la obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	1	2.9	2.9	2.9
	Ocasionalmente	6	17.6	17.6	20.6
	Frecuentemente	20	58.8	58.8	79.4
	Muy frecuentemente	7	20.6	20.6	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>12.- ¿Cree usted que el alcance de la torre grúa reducen los tiempos en la construcción?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	1	2.9	2.9	2.9
	Ocasionalmente	5	14.7	14.7	17.6
	Frecuentemente	16	47.1	47.1	64.7
	Muy frecuentemente	12	35.3	35.3	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>13.- ¿Cree usted que el uso de la torre grúa mejora el control de los programas diarios de la obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ocasionalmente	2	5.9	5.9	5.9
	Frecuentemente	18	52.9	52.9	58.8

	Muy frecuentemente	14	41.2	41.2	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>14.- ¿Utilizas el software S10 para el control de costos en obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Raramente	2	5.9	5.9	5.9
	Ocasionalmente	10	29.4	29.4	35.3
Válido	Frecuentemente	18	52.9	52.9	88.2
	Muy frecuentemente	4	11.8	11.8	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>15.- ¿Utilizas el software Ms Project para el control de tiempos en obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Nunca	2	5.9	5.9	5.9
	Raramente	5	14.7	14.7	20.6
	Ocasionalmente	8	23.5	23.5	44.1
Válido	Frecuentemente	12	35.3	35.3	79.4
	Muy frecuentemente	7	20.6	20.6	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>16.- ¿Utilizas el sistema Last Planner en obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Nunca	1	2.9	2.9	2.9
	Raramente	7	20.6	20.6	23.5
	Ocasionalmente	8	23.5	23.5	47.1
Válido	Frecuentemente	16	47.1	47.1	94.1
	Muy frecuentemente	2	5.9	5.9	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El 71 % de los profesionales involucrados en la construcción de edificaciones analizan el uso de grúa torre para mejorar los tiempos y costos, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación, es decir, en un 29 % de los proyectos de edificación donde se involucre la grúa torre se puede analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo.

#### 5.3.2.4.Hipótesis Especifica 4

Hipótesis Alterna (Ha):

Existe la probabilidad que al seleccionar el modelo óptimo mejoren los rendimientos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery

Hipótesis nula (H0):

Existe la probabilidad que al seleccionar el modelo óptimo mejoren los rendimientos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery

Tabla 26  
Modelo óptimo de torre grúa Hipótesis específica 4

<b>17.- ¿Usaste la torre grúa telescópica durante la ejecución de obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	4	11.8	11.8	11.8
	Ocasionalmente	6	17.6	17.6	29.4
	Frecuentemente	11	32.4	32.4	61.8
	Muy frecuentemente	13	38.2	38.2	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>18.- ¿Al elegir la torre grúa analiza el espacio necesario para operaciones y maniobras?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Raramente	2	5.9	5.9	5.9
	Ocasionalmente	10	29.4	29.4	35.3
	Frecuentemente	16	47.1	47.1	82.4
	Muy frecuentemente	6	17.6	17.6	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>19.- ¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	13	38.2	38.2	38.2
	Raramente	10	29.4	29.4	67.6
	Ocasionalmente	11	32.4	32.4	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>20.- ¿Cree usted que la capacidad de carga es un factor predominante en la selección de una torre grúa?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	2.9	2.9	2.9
	Ocasionalmente	10	29.4	29.4	32.4
	Frecuentemente	14	41.2	41.2	73.5
	Muy frecuentemente	9	26.5	26.5	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>21.- ¿Crees usted que el uso de una torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Nunca	1	2.9	2.9	2.9
	Raramente	5	14.7	14.7	17.6
	Ocasionalmente	9	26.5	26.5	44.1
	Frecuentemente	10	29.4	29.4	73.5

	Muy frecuentemente	9	26.5	26.5	100.0
	Total	34	100.0	100.0	
<b>22.- ¿La empresa verifica que la torre grúa cuente con certificación vigente antes de requerir sus servicios?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Raramente	6	17.6	17.6	17.6
	Ocasionalmente	12	35.3	35.3	52.9
Válido	Frecuentemente	9	26.5	26.5	79.4
	Muy frecuentemente	7	20.6	20.6	100.0
	Total	34	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración Propia

El 65 % de los profesionales involucrados en la construcción de edificaciones indican que seleccionar el modelo óptimo de grúa torre mejoramos los costos y rendimientos, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación, es decir, en un 35 % de los proyectos de edificación donde se involucre la grúa torre se puede analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo.

#### 5.4. Desarrollo del proyecto

##### 5.4.1. Generalidades de la empresa

###### 5.4.1.1. Binda Ingenieros S.A.C

Equipo humano con sólida formación académica, así como sólidos valores éticos y profesionales, con amplia experiencia en proyectos de ingeniería y desarrollo inmobiliario.

Contamos con altos estándares de calidad en todos nuestros procesos productivos y de gestión, los mismos que son evaluados en forma permanente por las principales empresas certificadoras del país, con puntajes siempre por encima del 80%.

Contamos con diversos reconocimientos de importantes instituciones, lo cual nos motiva para seguir brindando el servicio que nuestros clientes se merecen.

###### Misión

Desarrollar proyectos integrales de ingeniería e inmobiliarios, procurando lograr la máxima satisfacción del cliente en el servicio

brindado y orientando nuestros esfuerzos para el desarrollo y crecimiento nuestro y del país.

**Visión**

Llegar a ser la empresa constructora y promotora inmobiliaria de mayor prestigio en el país por la alta calidad de sus trabajos, el profesionalismo y seriedad de sus integrantes, y con una organización eficiente, innovadora y moderna.

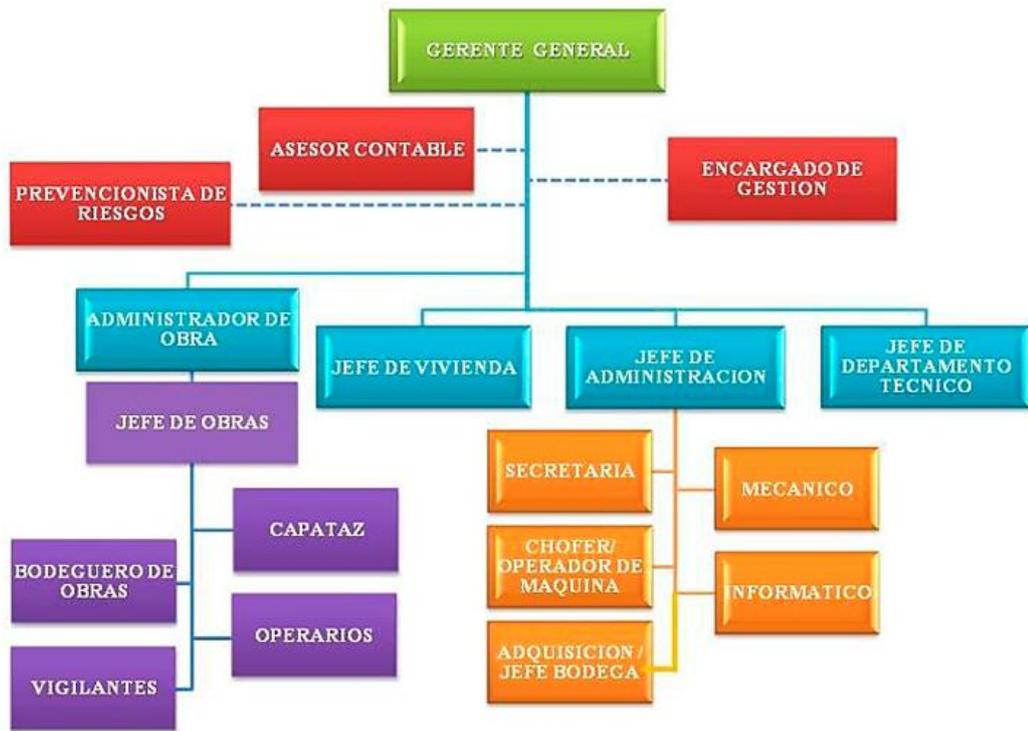


Figura 9. Organigrama Binda Ingenieros S.A.C. (Fuente: Elaboración propia)

**5.4.1.2. Viena Grupo Inmobiliario S.A.C**

Somos una inmobiliaria humana que vive, siente y trabaja como tú, con más de 20 años de experiencia, para desarrollar actividades en el campo de las obras públicas y privadas; así como en el sector de negocios inmobiliarios. Las líneas de negocio en las que la compañía se desarrolla son proyectos en sectores tales como: Construcción y Edificaciones.

Contribuir a mejorar la calidad de vida de nuestros clientes a través de diseños arquitectónicos eficientes. Que se adecuen a satisfacer las

necesidades del mercado, cuidando el medio ambiente y dentro de los parámetros de la ética empresarial

### **Visión**

Ser reconocidos como una empresa inmobiliaria confiable. Innovadora y basada en el firme compromiso de satisfacción de nuestros clientes. Logrando altos niveles de productividad y eficiencia.

#### 5.4.2. Estadísticas descriptivas del proyecto

El presente multifamiliar Greenery que consta de un edificio de 10 pisos, 3 sótanos, 1 semisótano y una azotea, se encuentra ubicado en Av. San Borja Norte Nro. 636-638, Urb. San Borja 1 Etapa / Sector B, Mz D4, Lotes 12 y 13, Distrito de San Borja, Lima.

Para el análisis estructural de los diversos elementos de la vivienda, debido tanto a cargas de gravedad como a cargas sísmicas; además de considerar el empuje de tierras y del agua cuando corresponda.

Para cuantificar estas cargas se ha cumplido lo estipulado a las normas:

- NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E-020 CARGAS
- NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E-030-2018 DISEÑO SISMORRESISTENTE



Figura 10. Grafico 3D Edificio Greenery (Fuente: Inmobiliaria Daniela)

## Parámetros Sismo-Resistentes

- ZONA. - La edificación se encuentra en la Zona 4 por lo que el factor a considerar es  $Z = 0.45$ .
- SUELO. - Según el estudio de suelos ya mencionado, el suelo de cimentación se clasifica como tipo S1, y le corresponde un factor de suelo de  $S = 1.00$ , y un período predominante de vibración de  $T_p = 0.4$  seg. y  $T_L = 2.50$  seg.
- USO. - Por ser vivienda multifamiliar las edificaciones en cuestión clasifican como de categoría C (edificaciones comunes) y le corresponde un factor de  $U = 1.0$
- FACTOR DE REDUCCIÓN DE FUERZA SÍSMICA. - Habiéndose encontrado  
Irregularidad en masa  $I_a = 0.90$   
Irregularidad por Esquina Entrante  $I_p = 0.90$   
Y teniéndose que  $R_{ox} = R_{oy} = 6.00$  por ser una estructura en base a muros de concreto armado.  
Se tiene que:  
 $R_x = I_a \cdot I_p \cdot R_{ox} = 4.86$   
 $R_y = I_a \cdot I_p \cdot R_{oy} = 4.86$
- PESO. - Al clasificarse las edificaciones como de categoría C al peso considerado para el análisis es el debido a carga muerta más 25% del peso debido a Carga Viva.

Figura 11. Parámetros sismo resistentes (Fuente: Inmobiliaria Daniela)

Se efectuó un análisis dinámico modal espectral, con tres grados de libertad por piso, usando un modelo tridimensional. Se usó el espectro de la norma escalado por los parámetros antes especificados. Se consideró comportamiento elástico de todos los elementos estructurales. Los resultados del análisis dinámico se escalaron para que el valor del cortante basal obtenido de la superposición espectral sea igual al 90% del cortante basal obtenido del análisis estático, tal como lo especifica la norma.

Periodo de la estructura:

$$\begin{array}{lll} T_x = 0.93 \text{ seg.} & 0.85T_x = 0.79 \text{ seg.} & C_x = 1.27 \\ T_y = 0.51 \text{ seg.} & 0.85T_y = 0.43 \text{ seg.} & C_y = 2.28 \end{array}$$

Fuerza Sísmica:

$$\begin{array}{ll} F_{X-ESTÁTICA} = 850 \text{ ton} & F_{X-DINÁMICA} = 639 \text{ ton} \\ F_{Y-ESTÁTICA} = 1560 \text{ ton} & F_{Y-DINÁMICA} = 894 \text{ ton} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \hat{f} = 0.90(F_{ESTÁTICA}/F_{DINÁMICA}) \\ \hat{f}_x = 1.20 \quad \hat{f}_y = 1.57 \end{array}$$

Desplazamiento Máximo:

$$D_x = 13.20 \text{ cm} \quad D_y = 7.80 \text{ cm}$$

Deriva Máxima:

$$\Delta x = 6.36 \times 10^{-3} < 7 \times 10^{-3} \quad \Delta y = 3.65 \times 10^{-3} < 7 \times 10^{-3}$$

Figura 12. Fuerzas sísmicas (Fuente: Inmobiliaria Daniela)

### Cuadro de áreas

A continuación, se presenta el cuadro de Áreas del edificio greenery

Tabla 27

Cuadro de áreas greenery

Ubicación	Unidad	Área
SOTANO 3 +CTO BOMBAS	m2	618.14
SOTANO 2	m2	840.38
SOTANO 1	m2	823.19
SEMISOTANO	m2	630.78
1° PISO	m2	541.92
2° PISO	m2	528.83
3° PISO	m2	528.83
4° PISO	m2	528.83
5° PISO	m2	528.83
6° PISO	m2	528.83
7° PISO	m2	528.83
8° PISO	m2	528.83
9° PISO	m2	528.83
10° PISO	m2	526.49
AZOTEA	m2	224.19
TOTAL	m2	8435.73

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.3. Herramientas de control de calidad

##### Herramienta 1: Pareto

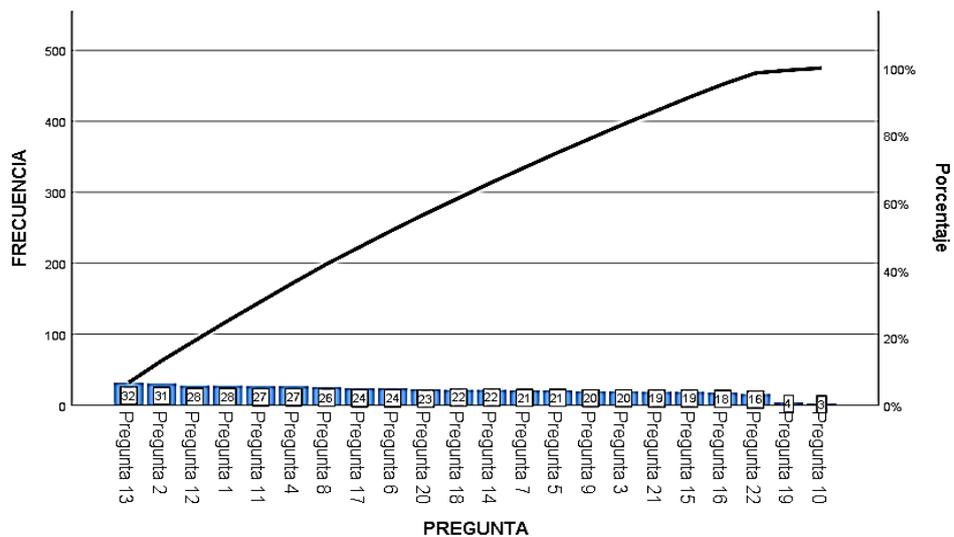


Figura 13. Diagrama de Pareto en función a la frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

En la figura 13 se puede visualizar la representación gráfica, el cual nos ayuda a identificar los aspectos prioritarios que debemos tener en cuenta.

## Herramienta 2: Producción con la filosofía Lean Construction

Para analizar la producción de la torre grúa, en el caso de la presente investigación estudiaremos a nivel del casco estructural, se utilizó el Lean Construction, dicha herramienta nos permitirá optimizar las actividades que agregan valor a un proyecto constructivo mientras se reducen o eliminan las que no lo hacen.

La partida a analizar en el presente proyecto es de vaciado de concreto que corresponde a la parte de estructura.

La actividad de vaciado de concreto consiste en verter el concreto en un encofrado y construir un elemento estructural ya sea horizontal o vertical (columna, muro, viga, losa, escalera).

### A) Primer caso: Vaciado sin Torre Grúa utilizando bomba de concreto

Esta partida consiste en impulsar el concreto desde la parte baja donde se encuentra el mixer hasta llegar al punto alto donde se está realizando el vaciado, este concreto es impulsado por una bomba de concreto. La bomba puede ser estacionaria (fija con sistema de tuberías) o telescópica (bomba montada en camión y con un brazo articulado con tuberías)

Presentaremos la cuadrilla (tabla 28) establecida para el vaciado de concreto en elementos verticales y horizontales.

Tabla 28  
Cuadrilla de vaciado con bomba de concreto

Vaciado sin torre grúa		
Cuadrilla	Vertical	Horizontal
Operario	1	1
Ayudantes	4	5

Fuente: Elaboración propia

### B) Segundo Caso: Vaciado con Torre Grúa (Balde de concreto)

Consiste en vaciar la mezcla de concreto en un balde metálico, desde el lugar donde se encuentra el mixer de concreto y luego transportar en el balde metálico hasta el punto donde se debe realizar el vaciado. En el Proyecto Greenery se empleó un balde metálico de con una capacidad de 0.8 m<sup>3</sup>, la

cuadrilla de vaciado de concreto con torre grúa está conformada de la siguiente manera (tabla 29).

Tabla 29  
Cuadrilla de vaciado con torre grúa

Vaciado con torre grúa		
Cuadrilla	Vertical	Horizontal
Operario	1	1
Rigger	1	1
Rigger	1	1
Ayudantes	2	2

Fuente: Elaboración propia

Análisis del vaciado de concreto en casco estructural:

❖ Primer caso: Análisis de vaciado con bomba de concreto

Nuestro proyecto de estudio solo se realizó vaciado con torre grúa, por ende, no tenemos información del vaciado con bomba de concreto, se van a presentar resultados de otros proyectos similares en edificios multifamiliares.

Resultados de Producción con bomba de concreto

a) Proyecto Tradiciones (Vienna grupo inmobiliario)

Presentaremos los resultados de la producción del proyecto tradiciones ubicadas en el distrito de Miraflores, en el cual se utiliza bomba de concreto para el vaciado.

➤ Vaciado de concreto con bomba en elementos verticales

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos al realizar el análisis de trabajo productivo, contributorio y no contributorio, ver formato (anexo 4) al realizar la partida de vaciado en elementos verticales.

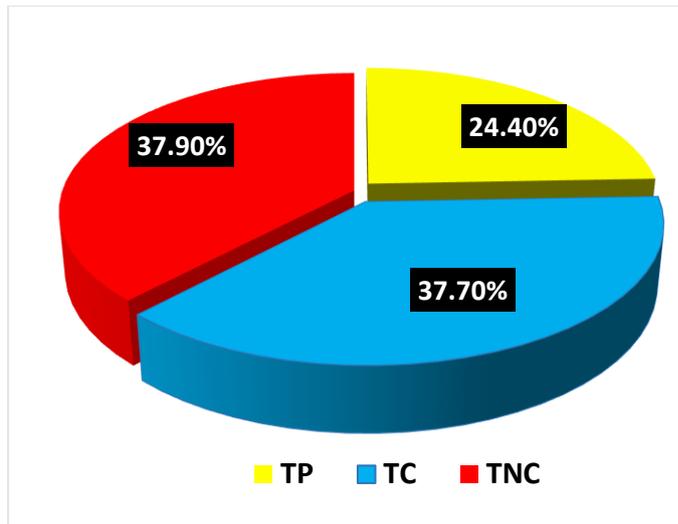


Figura 14. Gráfico vaciado de concreto con bomba verticalmente  
(Fuente: Elaboración propia)

➤ Vaciado de concreto con bomba en elementos horizontales

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos al realizar el análisis de trabajo productivo, contributorio y no contributorio, ver formato (anexo 4) al realizar la partida de vaciado en elementos horizontales.

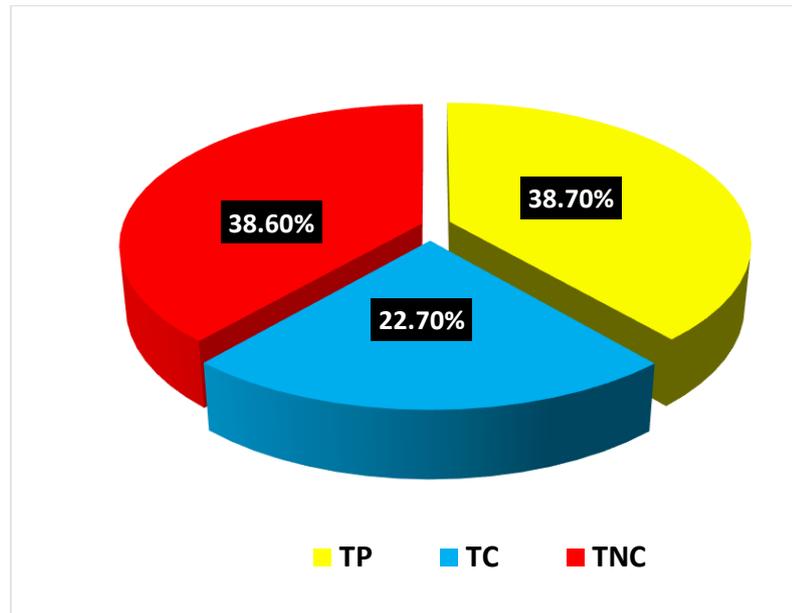


Figura 15. Gráfico vaciado de concreto con bomba horizontalmente  
(Fuente: Elaboración propia).

b) Proyectos Multifamiliar Sterling- constructora Rischmoller

Se presentará los resultados de la producción del proyecto Sterling, en el cual se utiliza bomba de concreto para el vaciado.

➤ Vaciado de concreto con bomba en elementos verticales

A continuación, se mostrará los resultados obtenidos al realizar el análisis de trabajo productivo, contributorio y no contributorio, ver formato (anexo 4) al realizar la partida de vaciado en elementos verticales.

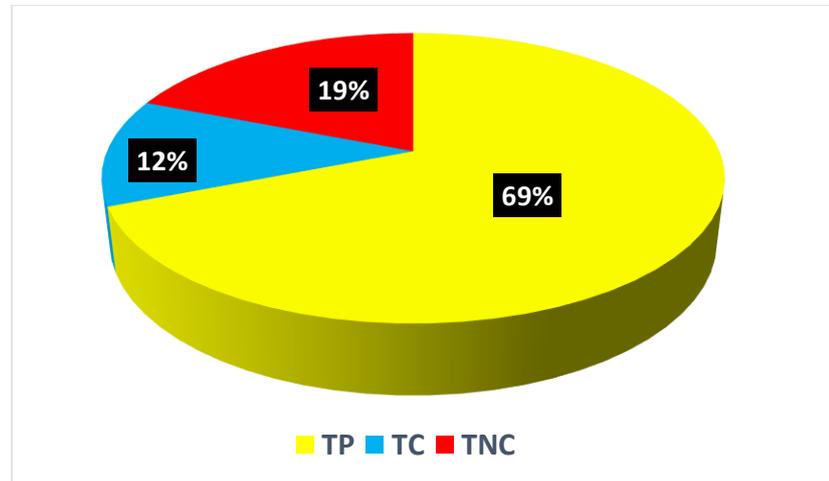


Figura 16. Gráfico vaciado de concreto con bomba verticalmente  
(Fuente: Elaboración Propia)

➤ Vaciado de concreto con bomba en elementos horizontales

A continuación, se mostrará los resultados obtenidos al realizar el análisis de trabajo productivo, contributorio y no contributorio, ver formato (anexo 4) al realizar la partida de vaciado en elementos horizontales.

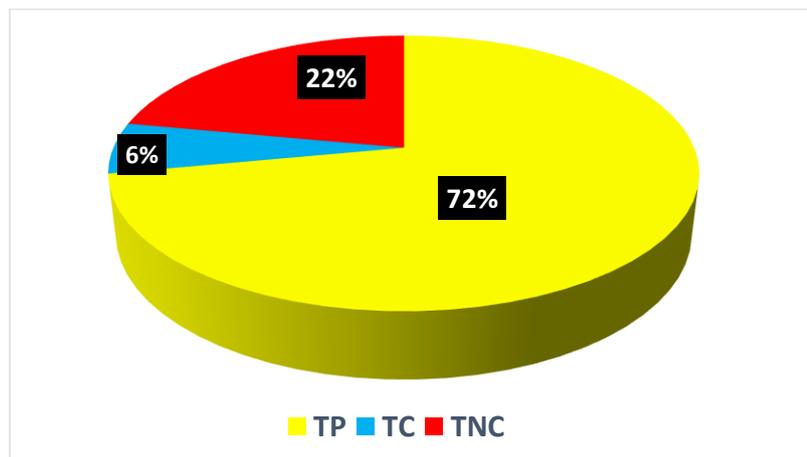


Figura 17. Gráfico vaciado de concreto con bomba horizontalmente  
(Fuente: Elaboración Propia)

Se puede ver que hay una diferencia en la distribución de trabajo productivo en el vaciado vertical de 47% (TP Proyecto tradiciones 24, TP Proyecto Sterling), también podemos tener una diferencia en la

distribución del trabajo contributorio de 29% (TP Proyecto tradiciones 24, TP Proyecto Sterling).

#### Resultados de vaciados con bomba de concreto

Se presenta los resultados de rendimientos al realizar el vaciado vertical y horizontal de proyecto tradiciones y Sterling.

#### ➤ Rendimiento de vaciado con bomba de concreto verticalmente

A continuación, se mostrará una tabla con los rendimientos en elementos verticales

Tabla 30  
Rendimiento de vaciado de concreto con bomba verticalmente

NIVEL	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /h)	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /día)	PROMEDIO (m <sup>3</sup> /h)	PROMEDIO (m <sup>3</sup> /día)
7	22.4	179.2		
8	20.3	162.4		
9	18.9	151.2	19.8	158.4
10	17.6	140.8		

Fuente: Elaboración Propia

#### ➤ Rendimiento de vaciado con bomba de concreto horizontalmente

A continuación, se mostrará una tabla con los rendimientos en elementos horizontales

Tabla 31  
Rendimiento de vaciado de concreto con bomba horizontalmente

NIVEL	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /h)	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /día)	PROMEDIO (m <sup>3</sup> /h)	PROMEDIO (m <sup>3</sup> /día)
1	32.3	258.4		
2	31.5	252		
3	31	248		
4	30.4	243.2		
5	28.5	228		
6	27.5	220	28.13	225.04
7	26.6	212.8		
8	25.3	202.4		
9	23.7	189.6		
10	24.5	196		

Fuente: Elaboración propia

Se puede notar que el rendimiento para los pisos superiores es menor, esto se debe que necesitamos mayor esfuerzo por parte de la bomba para poder distribuir el concreto. El rendimiento promedio que podemos visualizar es que podemos visualizar es 28.3m<sup>3</sup>/h

A continuación, se mostrará una tabla comparativa de los rendimientos de los vaciados de concreto con bomba horizontal y verticalmente.

Tabla 32

Rendimiento de vaciado de concreto con bomba horizontalmente

Tipo	Bomba (m3/día)
Vertical	225
Horizontal	158.4

Fuente: Elaboración propia

❖ Segundo Caso: Análisis de vaciado con torre grúa (Balde de concreto)

a) Proyecto Greenery

Se presentará los resultados de la producción del proyecto greenery, en el cual se utiliza torre grúa para el vaciado de concreto.

❖ Vaciado en elementos Verticales

Para realizar este análisis se tuvo en cuenta los trabajos del vaciado de concreto en, vigas, placas y muros, obteniendo los resultados de sus trabajos productivos, contributorio y no contributorio, ver formato (anexo 4).

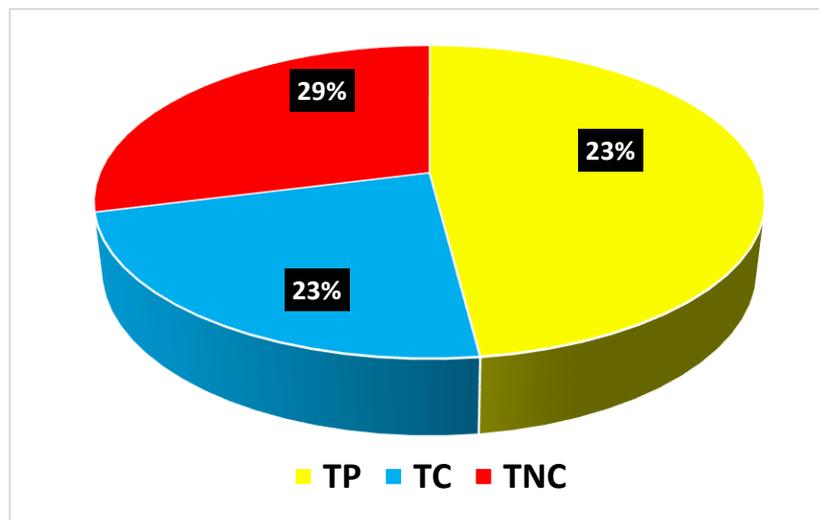


Figura 18. Gráfico vaciado de concreto con torre grúa verticalmente  
(Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar, el TNC 29% es mayor que el TC 23% debido al tiempo de espera que se da después de vaciar la mezcla en el elemento vertical.

❖ Vaciado en elementos Horizontales

A continuación, se mostrará los resultados obtenidos al realizar el análisis de trabajo productivo, contributorio y no contributorio, ver formato (anexo 4) al realizar la partida de vaciado en elementos horizontales.

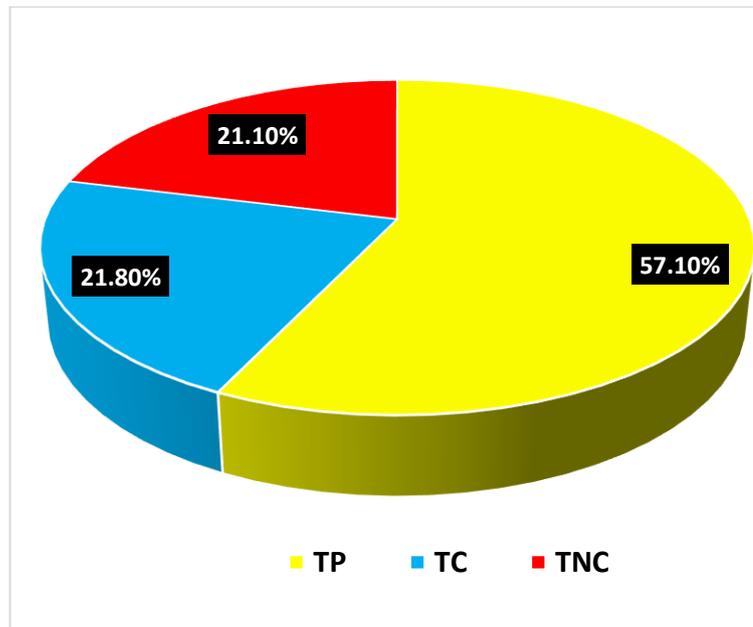


Figura 19. Gráfico vaciado de concreto con torre grúa horizontalmente  
(Fuente: Elaboración propia)

Se puede observar que el **TP 57.1%** tiene mayor porcentaje, la actividad con mayor incidencia es extender la mezcla después de vaciar el concreto en la losa.

❖ Cuadro de vaciado de concreto en los proyectos analizados

Se presentará un cuadro resumen de la producción del vaciado de concreto con torre grúa y con balde de concreto ya sea horizontal y verticalmente.

Tabla 33  
Comparación de la producción

		Bomba	Torre Grúa
Trabajo Productivo (TP)	Horizontal	72	57
	Vertical	69	48
Trabajo Contributivo (TC)	Horizontal	6	21.8
	Vertical	12	23
Trabajo no contributivo (TNC)	Horizontal	22	21.1
	Vertical	19	29

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar la mejor distribución de trabajo productivo en el vaciado de vertical y horizontal es el vaciado con bomba.

a) Ciclo de vaciado de concreto con torre grúa

El ciclo de transporte de concreto inicia en el punto donde se encuentra el mixer y desde que el Rigger abre la puerta y se empieza a llenar el balde de concreto cuya capacidad es de 0.8m<sup>3</sup>. Luego la torre grúa transportara la mezcla hasta el punto donde se debe vaciar la mezcla, ya sea horizontal o verticalmente. Después, el balde deber descender hasta la posición inicial indicada por el Rigger. Por lo tanto, el ciclo del vaciado es desde la apertura de la compuerta del mixer hasta la llegada del balde vacío al punto de partida.

Tabla 34  
Vaciado de concreto vertical 5 piso

Descripción		Sector	Sector	Sector	Sector
		1	2	3	4
IDA	Llenado de concreto en balde	39	39	39	39
	Ascenso vertical de balde lleno	70	68	69	69
	Descenso vertical de balde lleno	15	15	15	15
VUELTA	Vaciado de concreto	98	98	98	98
	Ascenso vertical de balde vacío	55	56	57	56
	Descenso vertical de balde vacío	28	28	28	28
	Promedio de cada sector	305	304	306	305
Ciclo promedio (seg)		305			
Ciclo vaciado promedio (min)		5.1 min			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35  
Vaciado de concreto horizontalmente 5 piso

Descripción		Sector	Sector	Sector	Sector
		1	2	3	4
IDA	Llenado de concreto en balde	39.3	39.3	39.3	39.3
	Ascenso vertical de balde lleno	72	69	69	70
	Descenso vertical de balde lleno	16	16	16	16
VUELTA	Vaciado de concreto	22	23	22	22
	Ascenso vertical de balde vacío	55	56	57	56
	Descenso vertical de balde vacío	28	28	28	28
	Promedio de cada sector	232.3	231.3	231.3	231.3
Ciclo promedio (seg)		231.55			
Ciclo vaciado promedio (min)		3.8 min			

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener el ciclo de vaciado promedio por piso, se procedió a tomar los tiempos de manera consecutiva de cada actividad y luego calcular el promedio para luego obtener el tiempo promedio del vaciado con torre grúa de inicio a fin.

Del resultado obtenido podemos visualizar que el vaciado horizontalmente es más rápido, esto se debe a que la mezcla se puede vaciar con mayor rapidez.

#### Detalle de vaciado de elementos verticales y horizontales del 5 piso

Tabla 36  
Detalle de vaciado vertical y horizontal

Elemento	Volumen	Tiempo de vaciado (min)
Columna	12.53	79.8
Placa	26.75	170.5
Viga	28.4	134.9
Losa aligerada	26.6	126.35
Losa maciza	23.55	111.9
		623.45

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el tiempo del vaciado de los elementos vertical, lo que hicimos es dividir el volumen de concreto con la capacidad del balde que es 0.80m<sup>3</sup> y lo multiplicamos por el ciclo promedio.

Con los datos obtenidos se calcula el rendimiento promedio de vaciado de elementos verticales de los 10 pisos del proyecto.

Tabla 37  
Vaciado de concreto vertical de los 10 pisos

Elemento	Volumen total (m <sup>3</sup> )	Tiempo de vaciado (min)	Tiempo total del vaciado (hora)
Vertical	1190	7586.3	126.4

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene el tiempo total necesario que fue utilizado para el vaciado de concreto en elementos verticales, con esta información podemos realizar una planificación de obra más detallada, para mejorar la programación diaria y la semanal del look Head.

Tabla 38  
Vaciado de concreto horizontal de los 10 pisos

Elemento	Volumen total (m3)	Tiempo de vaciado (min)	Tiempo total del vaciado (hora)
Horizontal	1470	6982.5	116.4

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene el tiempo total necesario a utilizar para el vaciado de concreto en elementos horizontales, con esta información podemos realizar una planificación de obra más detallada, para mejorar la programación diaria y la semanal del look ahead.

Concepto	P.V.P	Dsct.	Precio unitario	TOTAL
Alquiler mensual de grúa J52 NS hasta 46m de altura con 35 m de pluma	S/. 6,850.00	5%	S/. 6,507.50	S/. 39,045.00
Alquiler mensual de canastilla de 1500 Kg capacidad	S/. 485.00	35%	S/. 315.25	S/. 1,891.50
Alquiler mensual de operador.	S/. 4,500.00		S/. 4,500.00	S/. 27,000.00
Mantenimiento mensual de grua torre	S/. 585.00	5%	S/. 555.75	S/. 3,334.50
La Grua Torre incluye Radio Mando a distancia				
<b>TOTAL ALQUILER SIN I.G.V.</b>				<b>S/. 71,271.00</b>
Concepto	P. Unitario	Dsct.	Precio unitario	TOTAL
Montaje o desmontaje de grua torre a 46 mtrs. de altura con 35 mts. de pluma por un día de trabajo.	S/. 4,250.00	5%	S/. 4,037.50	S/. 8,075.00
Transporte de ida o regreso a obra. Distancia menor a 100 Km. Incluye camion grua para carga y descarga de grua	S/. 1,850.00	5%	S/. 1,757.50	S/. 14,060.00
Autogrúa auxiliar para montaje o desmontaje de grúa torre	S/. 9,500.00	5%	S/. 9,025.00	S/. 18,050.00
Autogrúa auxiliar para instalación de tramo de empotramiento	S/. 4,500.00	5%	S/. 4,275.00	S/. 4,275.00
Venta de pata de empotramiento. Incluye transporte	S/. 11,850.00		S/. 11,613.00	S/. 11,613.00
Diseño de zapata especial	S/. 1,950.00	10%	S/. 1,755.00	S/. 1,755.00
<b>TOTAL GASTOS FJOS SIN I.G.V.</b>				<b>S/. 57,828.00</b>
<b>TOTAL ALQUILER + GASTOS FJOS SIN I.G.V.</b>				<b>S/. 129,099.00</b>

Figura 20. Presupuesto de alquiler de torre grúa (Fuente: Maquinza)

El alquiler de torre grúa se realizó por 6 meses, el costo es de S/129,099.00 nuevos soles, la empresa arrendataria es la empresa Maquinza Perú S.A.C.

#### A) Costo de alquiler de Bomba de concreto

Tabla 39  
Costo de alquiler de bomba

Elemento	Unidad	Cantidad (m3)	Precio de alquiler s/	Sub Total
Concreto vertical y horizontal	m3	2660	39	S/ 103,740.00

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las comparaciones que se pudo realizar de la figura 21 y tabla 39, sobre el costo del alquiler de bomba de concreto y torre grúa, podemos decir que la torre grúa tiene un costo superior de S/. 25359.00 nuevos soles en todo el periodo de proyecto, la torre grúa también será utilizado para el transporte de materiales, lo cual es de gran utilidad y ahorro para la ejecución de la partida de transporte de materiales.

#### ❖ Selección del modelo optimo en proyecto Greenery

Para definir las características de la torre grúa, debemos analizar criterios de selección que iremos detallando, los criterios permitirán tomar la mejor decisión para lograr la meta trazada.

##### A) Longitud de Pluma

Para determinar la longitud de pluma debemos analizar las restricciones.

Se dividirá el área de manera proporcional, trazando radios iguales que se crucen dentro del proyecto.

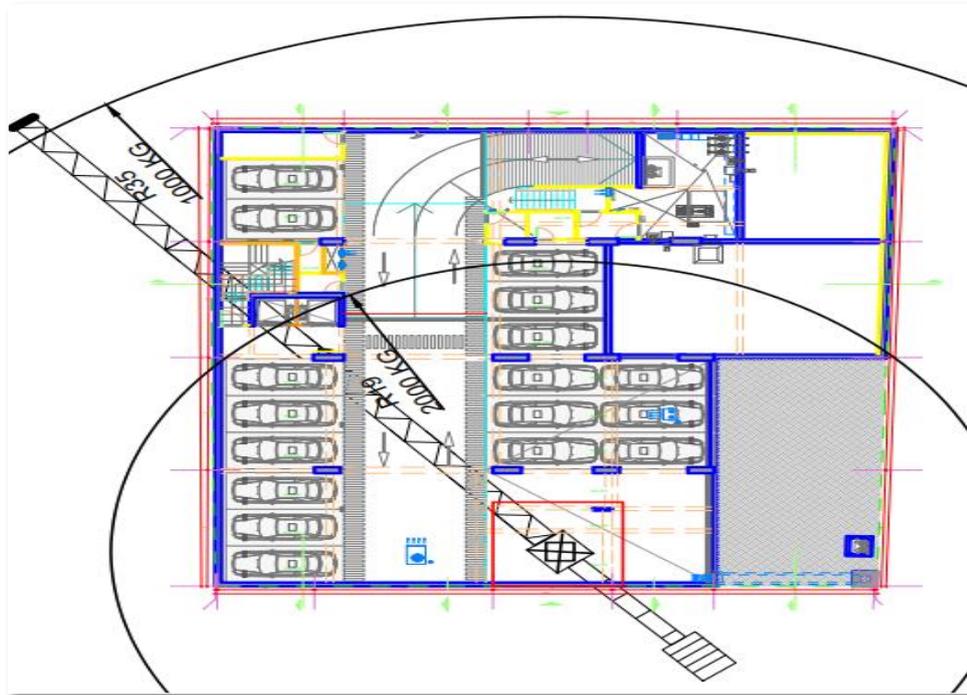


Figura 21. Longitud de pluma (Fuente: Elaboración propia)

Se puede visualizar que la torre grúa estará ubicada en la entrada del edificio, no hay interferencia con ningún medio, la longitud de la pluma es de 35 metros el cual nos permitirá realizar maniobras en la obra sin interrupciones.

#### B) Altura de la torre grúa

La altura de la torre grúa se mide desde el nivel de la zapata terminada, hasta la altura bajo el gancho, además debemos tener en cuenta el nivel de los edificios colindantes que se encuentren dentro del radio de giro de la pluma, con el propósito de no chocar con el edificio colindante.

Según nuestro plano de planta, la altura de la torre grúa debe ser mayor a la altura del proyecto, teniendo en cuenta que no tenemos obstáculos ni edificios colindantes a más de ese nivel de altura.



Figura 22. Altura de torre grúa (Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo a la figura 22 la altura de nuestra torre grua debe ser mayor a la del edificio de 10 pisos, más los 3 sotanos y un semisotano, dando una altura de 48 metros.

### C) Capacidad de carga de torre grúa

Debemos conocer la capacidad de carga de la torre grua a lo largo de su pluma, la carga maxima se da en la parte mas cercana a la torre, mientras que la carga en punta se da cuando la carga esta mas alejada en la pluma, es decir en la punta tendra una menor capacidad de carga .

Nuestra longitud de pluma es de 35 metros, es decir que a los 35 metros es nuestro punto alejado, con estas condiciones evaluaremos cuales son las cargas maximas.

Con la longitud de 35 metros vamos a proceder a evaluar cuales son las cargas permitidas, la carga maxima es de 2000kg.

Tabla 40

Ficha de capacidad de carga

Capacidad de carga			
35m	30m	25m	20m
1515 kg	1800kg	2000kg	2000 kg

Fuente: Maquinza, 2021.

Con este dato podemos determinar la cantidad de materiales que se pueden trasladar desde el punto de vista de la capacidad de carga y ubicación en el proyecto.

#### D) Clasificación de Torre grúa

Se usara una torre grua empotrada en su base con pluma horizontal de 35 metros de longitud, el cual tendrá una altura de 48 metros.

#### E) Potencia eléctrica

Para este criterio evaluamos la ficha técnica de la torre grua y ver el requerimiento de potencia y frecuencia para un correcto funcionamiento.

Tabla 41  
Ficha técnica mecánica

CEI 38	Kva	
400 V (+6%-10%) 50 Hz	15PC:25kVA 25PC:25kVA	2000/14

Fuente: Proyectos y construcciones Lugano, 2019

La diferencia de tensión eléctrica es de 400 voltios con una frecuencia de 50 Hz. Debemos contemplar la posibilidad de conectar directamente la red principal al tablero y luego al transformador de la torre grúa para que el flujo eléctrico sea constante y no se afecte por la caída de baja tensión. Es por ello que se debe evaluar los antecedentes del proyecto y ver qué tipo de instalación de la red principal eléctrica se tiene en el proyecto. En nuestro caso, el terreno tiene una conexión trifásica subterránea de 5 KW, el cual no es suficiente para suministrar de energía a la torre grúa. Por ello se decidió, alquilar un grupo electrógeno.

#### F) Cabina de mando

La torre grúa si tendrá cabina de mando, se ha comprobado que para edificios mayores de 30 metros es recomendable usar la cabina de mando, debido a que el aumento de la altura genera los puntos ciegos para la maniobra de cargas.



Figura 23. Cabina de mando Torre grúa (Fuente: Ibergruas)

En la figura 23 podemos ver una torre grúa con la cabina de mando

#### G) Base la Torre Grúa

Debido a que el proyecto presenta 3 sótanos y un semisótano se deberá realizar una zapata de apoyo para la torre grúa, el cual debe ser diseñada por un ingeniero estructural tomando en cuenta para su diseño el estudio de suelos, el peso de la estructura metálica, factores de carga por viento y la capacidad de carga de la grúa. Para el proyecto se necesitó una zapata de 32 m<sup>3</sup> de concreto con resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

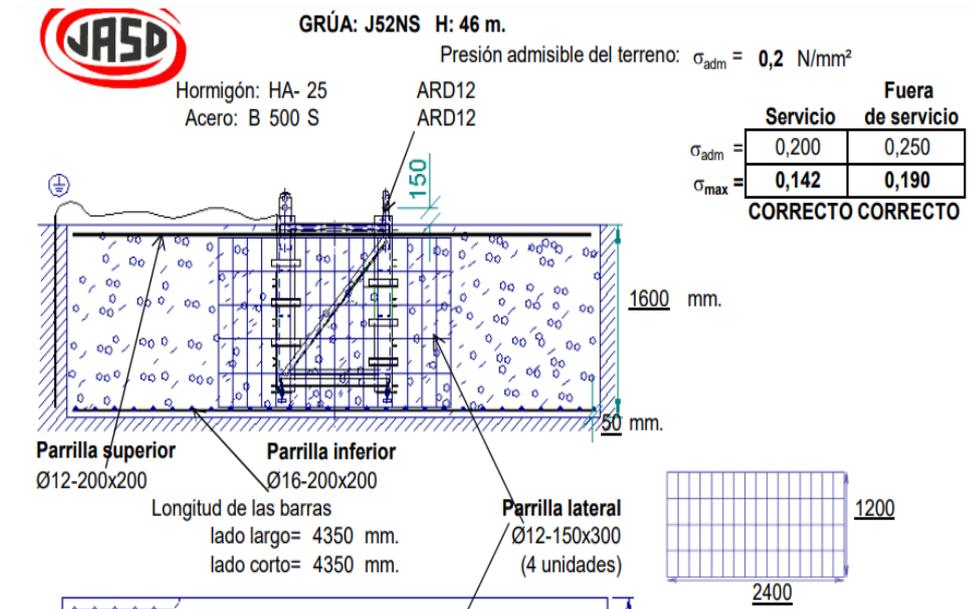


Figura 24. Detalle estructural de zapata (Fuente: Jasd, 2019)

En la figura 24 podemos visualizar el detalle estructural de la base de la torre grúa.

#### H) Montaje de torre grúa

Para el montaje de la torre grúa se contará con una grúa auxiliar, el cual debe tener una capacidad de carga suficiente que pueda trasladar los componentes de la torre grúa a la ubicación deseada. El procedimiento empieza por acoplar la primera pieza del mástil con el marco de empotramiento, ubicado en la zapata de la torre grúa. Posteriormente, se terminará de colocar y fijar todas las piezas del mástil y telescopaje hasta la altura que indica la ficha técnica de mástil (figura 23). Después de ello, se colocará la contra pluma en el último nivel de la torre, esta deberá fijarse y colocarse a nivel horizontal.

También se deberá armar la pluma, pero como no hay espacio dentro de obra se arma a nivel de calle hasta alcanzar la longitud de 35 metros, calculada previamente, y esta se colocará al nivel opuesto de la contra pluma, los cuales deberán de acoplarse y asegurarse por pasadores especiales. Una vez que se verifique la buena conexión de las piezas, se colocarán las pesas de concreto en la contra pluma, el cual compensará el peso de la pluma. Luego de ello se verificará la horizontalidad, la rotación, orientación y calibración en la corona de giro. Por último, se colocará y fijará la cabina de mando al final de la torre.

Esta operación de montaje para este tipo de grúa puede durar entre uno o dos días dependiendo de una buena instalación, condición climática, gestión previa para el

montaje (permisos municipales, cartas a vecinos, policía auxiliar, planos de desvío vehicular, señalización, personal calificado para el montaje, Rigger, etc.). En caso de excederse con el tiempo de montaje se pueden generar sobrecostos de instalación, multas municipales y paros en la construcción.



Figura 25. Armado de torre grúa (Fuente: Elaboración Propia)

En la figura 25 podemos ver el montaje de la torre grúa, se está uniendo una parte más de la torre. .

Una vez terminada de analizar los criterios de selección y analizar la propuesta procedemos a pedir cotizaciones y en este caso la empresa Maquinza gana con su torre grúa modelo J5010.

Tabla 42

Modelo de Torre grúa seleccionada

Propuesta Técnica	
Marca	Jaso
Modelo	J5010
Versión	Empotrada
Altura (m)	48
Pluma (m)	35
Carga Máxima (kg)	2000
Carga en punta (kg)	1575

Fuente:Elaboracion Propia

## 5.5. Propuesta de mejora

### 5.5.1. Plan de mejora

### 5.5.2. Procedimientos para la aplicación del plan de mejora

#### A) Documentación de planos por especialidad

Se debe tener la documentación de los planos por especialidad: planos de arquitectura, estructura, Instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias. Estos documentos son productos de la ingeniería los cuales son necesarios para la construcción de la obra. Dichos documentos deben ser claros, autosuficientes, sin necesidad de recurrir a otros planos para su entendimiento.

#### B) Producción

Para este proceso se debe definir la herramienta Lean construcción a utilizar, primero debemos investigar cuales son las actividades más y menos incluyentes, de todas las actividades que se van a realizar en el vaciado de concreto con torre grúa y sin torre grúa con la finalidad de obtener los resultados certeros, una vez obtenida esta información vamos a realizar cuadros comparativos con TP tiempo productivo, TC tiempo contributivo y TNC tiempo no contributivo.

#### C) Planificación

Para este paso debemos tener una correcta ubicación de la torre grúa, una mala ubicación ralentizara ciertos trabajos y esto multiplicado por todas las veces que se repiten, es mucho tiempo perdido que podrías usar para otra actividad, también debemos conocer cuáles son nuestras cargas a transportar y según las especificaciones de nuestra torre grúa ver las cargas máximas y mínimas.

#### D) Modelo de torre grúa

Para este proceso debemos tener conocimiento de los factores técnicos para escoger la torre grúa correcta, entre estos factores se tiene que verificar los espacios necesarios para operaciones y maniobras, también se debe realizar un análisis de los obstáculos en especial aéreos (cables, postes eléctricos, edificios colindantes, etc.).

### 5.5.3. Recomendaciones para el plan de mejora

Se deben realizar técnicas que sean apropiadas para las relaciones personales y organizacionales que se generen en los proyectos, las cuales en muchos casos son temporales y nuevas

Tabla 43  
Recomendaciones de plan de mejora

	Recomendaciones
Situación actual	Al ejecutar el proyecto hubo inconvenientes que afectaron la producción de la obra.
Flexibilidad	Los periodos de trabajo en los proyectos se acomodan de acuerdo a lo requerido por el cliente.
Conocimientos en análisis de la producción	El profesional que trabaje en las obras debe tener conocimientos de análisis de la producción con lean construction
Planificación de obra	Las actividades que se realicen en la obra deben tener una planificación y ser supervisadas por un profesional especializado
Mejora continua	Debemos tener un sistema de mejora continua en la producción, mediante capacitaciones, charlas, asesorías.

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.4. Aplicación de propuesta de mejora

Cuando se realizó el análisis de los TNC tiempos no contributivos un gran porcentaje de este debe a la demora de los mixeres de concreto, la capacidad de un mixer es 7 u 8 m<sup>3</sup> por vehículo y los mayores volúmenes de concreto están en las losas, son mayores de 10m<sup>3</sup> en el frente de trabajo y los mixeres al no llegar a tiempo generan tiempos de espera. Por ello las plantas concreteras deben cumplir con tiempos programados.

Se deben realizar el traslado de concreto con dos baldes metálicos, uno trasladando el concreto de la parte baja hasta lo más alto y otro debe estar llenando de concreto en la parte baja, en cuanto llegue el balde vacío cargamos uno al instante y no tengamos tiempo de espera.

De acuerdo al cuestionario (ver anexo 2) se observa que el 47% de los profesionales encuestados indica que frecuentemente la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos en el personal.



Figura 26. Torre grúa transportando materiales (Fuente: Grisco Equipo de Construcción, 2019)

De acuerdo al cuestionario (ver anexo 2) se observa que el 55% de los profesionales encuestados indica que frecuentemente las operaciones de montaje y desmontaje son ejecutadas por personal calificado.



Figura 27. Torre grúa en proceso de armado (Fuente: Propia)

De acuerdo al cuestionario (ver anexo 2) se observa que el 83% de los profesionales encuestados indica que frecuentemente y muy frecuentemente el

uso de la torre grúa reduce tiempos en la construcción, esto se debe a que se puede trasladar mayor cantidad de material en el menor tiempo posible sin generar sobreesfuerzos en el personal.

De acuerdo al cuestionario (ver anexo 2) se observa que el 67% de los profesionales encuestados indica que frecuentemente y muy frecuentemente el factor de carga es predominante en la selección de torre grúa, por lo cual se recomienda tener en cuenta el procedimiento constructivo, áreas de vaciado de concreto, sectorización y materiales a trasladar.

#### 5.5.5. Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora

El proyecto ya se encuentra con una licencia de funcionamiento entregada por la municipalidad, trata de una edificación multifamiliar con aprobación de proyecto previa evaluación por los revisores, por lo que los planos ya fueron revisados y aprobados por la municipalidad y están listas para la construcción del edificio multifamiliar.

Hemos realizado el análisis de la producción con el lean construcción y además realizamos la selección del modelo óptimo de torre grúa.

#### 5.5.6. Estado situacional del proyecto después de aplicar el plan de mejora

Iniciamos los proyectos detallando las actividades más influyentes donde se utilizará la torre grúa para tener un mejor control de la producción, esto implica revisar los planos de las especialidades, identificar características, procesos constructivos, la cual servirá de apoyo al entendimiento del proyecto. Al realizar la selección del modelo de torre grúa se debe tener en cuenta el factor de la carga, ubicación, longitud de pluma y altura como factores predominantes, al seleccionar el modelo óptimo vamos a tener menores tiempos y por ende mayor producción. Para realizar el vaciado de concreto debemos contar con 2 baldes metálicos, uno llevará la mezcla desde el punto donde se encuentra el mixer hasta la zona del vaciado y el otro balde metálico se irá cargando para cuando regrese el primer balde vacío no tengamos tiempo de espera.

Después de realizar el plan de mejora en el proyecto reducimos los tiempos y costos en la construcción del edificio multifamiliar.

## CAPITULO VI: DISCUSION DE LOS RESULTADOS

### 6.1. DISCUSIONES

En el cual se planteó la pregunta ¿Un correcto análisis de las actividades involucradas con la grúa torre mejora la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery? Los resultados de la investigación realizada mediante encuestas y sus datos procesados con el programa SPSS (para las preguntas con escala de Likert) y Excel (para las preguntas sin escala de Likert), verificaron que el 17.6% de los profesionales encuestados no usan las torres grúas para transporte de materiales en obra.

El bajo conocimiento en las actividades que se pueden realizar con una torre grúa generará retrasos y por ende una baja producción.

En el cual se planteó la pregunta ¿El proceso constructivo adecuado mejorará la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery? Los resultados de la investigación realizada mediante encuestas y sus datos procesados con el programa SPSS (para las preguntas con escala de Likert) y Excel (para las preguntas sin escala de Likert), verificaron que el 29.4% de los profesionales encuestados no cree que el uso de torre grúa hace que los procesos constructivos sean más rápidos y seguros.

La deficiencia con el conocimiento de los procesos constructivos a seguir en obra, permitirá que no tengamos una buena producción.

En el cual se planteó la pregunta ¿Al analizar el uso de la grúa torre mejoraremos los costos y tiempos en la construcción de casco estructural del edificio multifamiliar greenery? Los resultados de la investigación realizada mediante encuestas y sus datos procesados con el programa SPSS (para las preguntas con escala de Likert) y Excel (para las preguntas sin escala de Likert), verificaron que el 20.5% de los profesionales encuestados no cree que el uso de torre grúa reduce los tiempos de ejecución en la obra.

La deficiencia de conocimiento de los beneficios en los tiempos y costos, es decir en la producción que nos da la torre grúa, general que no se use en las obras de edificación.

En el cual se planteó la pregunta ¿Existe la probabilidad que al seleccionar el modelo óptimo de torre grúa mejoren los rendimientos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery? Los resultados de la investigación

realizada mediante encuestas y sus datos procesados con el programa SPSS (para las preguntas con escala de Likert) y Excel (para las preguntas sin escala de Likert), verificaron que el 26.4% de los profesionales encuestados no usa la torre grúa trepadora en la ejecución de su obra.

La deficiencia en conocer los factores técnicos para escoger una torre grúa, nos llevara al error en la selección, no cumpliremos con la programación indicada.

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos de la encuesta y desarrollo del proyecto para los 4 objetivos específicos se encontró un porcentaje promedio ponderado de 63.6% esto quiere decir que aproximadamente 6 de cada 10 profesionales encargados del análisis de la producción y selección del modelo óptimo presenta ideas claras o conocimientos, se seleccionó la torre grúa trepadora, como el modelo óptimo para nuestro proyecto, de acuerdo los factores técnicos estudiados, también se realizó una análisis de costo de la torre grúa con la bomba de concreto para la actividad de vaciado de concreto, donde la torre grúa tiene un gasto superior de s/25359.00 durante la ejecución de obra, la torre grúa a diferencia de la bomba tiene más ventajas por que también se utilizara para el transporte de materiales. De los análisis cualitativos y cuantitativos se aplicó un análisis a las preguntas que tuvieron un porcentaje bajo para poder encontrar las causas del porqué estas son consideradas riesgosas. Del análisis del proyecto se indica que el 60% corresponde a TNC trabajo no contributivo por parte de la grúa torre.
2. De acuerdo con los resultados obtenidos por la encuesta se encontró que un 82.2% usa la torre grúa para transporte de materiales. Del análisis cualitativo y cuantitativo de las preguntas efectuadas, utilizando el procedimiento de la escala de Likert, se verifico que la pregunta 4 respecto al montaje y desmontaje de torre grúa son realizadas por personal calificado, obtuvo una relación de aceptación regular de 79.41% ,el cual también se encuentra por encima del promedio del porcentaje de aceptación del análisis cualitativo, respecto al análisis de riesgo ,esta pregunta no resultó ser riesgosa .En el desarrollo del proyecto, no se aplica las normativas de seguridad al momento de realizar las actividades programadas por la torre grúa.
3. De acuerdo con los resultados obtenidos por la encuesta se encontró que el 70.59% indica que la torre grúa mejora los procesos constructivos. Del análisis cualitativo y cuantitativo de las preguntas efectuadas, utilizando el procedimiento de la escala de Likert, se verifico que la pregunta 10 respecto al vaciado de concreto con torre grúa es más rápido que el vaciado con bomba, obtuvo una relación de aceptación baja de 8%, el cual se encuentra debajo del promedio del porcentaje de aceptación del análisis cualitativo, respecto al análisis de riesgo, esta pregunta resultó ser riesgosa. En el desarrollo del proyecto, el vaciado de concreto con bomba es más rápido que

la torre grúa, sin embargo, las torre grúas resultan ser una herramienta más económicas porque también se puede trasladar materiales.

4. De acuerdo con los resultados obtenidos por la encuesta se encontró que el 79.41% indica que la torre grúa reduce los tiempos en la ejecución de obra .Del análisis cualitativo y cuantitativo de las preguntas efectuadas, utilizando el procedimiento de la escala de Likert, se verifico que la pregunta 13 respecto a que la torre grúa mejora el control de los programas diarios ,obtuvo una relación de aceptación muy buena de 94% ,el cual se encuentra por encima del promedio del porcentaje de aceptación del análisis cualitativo, respecto al análisis de riesgo ,esta pregunta no resultó ser riesgosa .El desarrollo del proyecto mostró que los profesionales no realizan un análisis correcto de la producción, al realizar el vaciado con bomba el TNC trabajo no contributivo es mayor al TP trabajo productivo, debido al tiempo de espera que se da después del vaciado de concreto.
5. De acuerdo con los resultados obtenidos por la encuesta se encontró que un 70.60% usa la torre grúa trepadora en la ejecución de obra .Del análisis cualitativo y cuantitativo de las preguntas efectuadas, utilizando el procedimiento de la escala de Likert, se verifico que la pregunta 21 respecto si la torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil, obtuvo una relación de aceptación regular de 55.9% ,el cual también se encuentra por encima del promedio del porcentaje de aceptación del análisis cualitativo, respecto al análisis de riesgo ,esta pregunta no resultó ser riesgosa .En el desarrollo del proyecto, cada una de las obras utilizaron la torre grúa trepadora, cada uno siguió diversos factores distintos de acuerdo a su organización, experiencia, espacio de maniobras.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener TC trabajos contributivo paralelos a los planificados a fin de minimizar los tiempos muertos en el uso de la torre grúa, se podría trasladar materiales como acero, pre losas, etc., para un nuevo sector de trabajo, entre otros y evitar los tiempos muertos.
2. Se recomienda identificar los sectores de trabajo y sus metrados de las diferentes partidas analizadas, para crear actividades de trabajo a menor escala facilitando su ejecución y control dentro del proyecto, también debe realizar un análisis de ciclos de movimientos para estandarizar y mejorar la eficiencia en la distribución de materiales y el vaciado de concreto.
3. Se recomienda que la ubicación de la grúa torre se debe definir en la etapa de planificación y debe tener en cuenta los accesos de descarga del material que será transportado a las áreas libres del proyecto y el flujo de producción en los sectores de trabajo, además los Rigger deben contar con experiencia, capacitación y certificación para realizar los trabajos de izaje de material con grúa torre y deben conocer las normas de seguridad porque la grúa torre es un elemento de izaje de alto riesgo.
4. Se recomienda evaluar los factores técnicos mínimos para seleccionar el modelo óptimo de torre grúa y aprobar la propuesta técnica, para solicitar una correcta cotización.
5. Se recomienda entregar a los Rigger, al operador de la grúa torre y a los capataces del proyecto la programación diaria donde se especifiquen los materiales que serán transportados y los sectores a los que se va a abastecer, con la finalidad de que se contemple un orden y evitar tiempo de espera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brioso, Xavier. (2015), El Análisis de lean construction y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de Regulación en España y su Inclusión en la Ley de la Ordenación de la Edificación. PhD thesis. Technical University of Madrid, Spain, 2015.
- Brioso, Xavier. (2015). Enseñando Lean Construcción: Pontificia Universidad Católica del Perú Curso de Capacitación en Lean Project & Construction Administración. *Procedía Ingeniería*, 123 (2015) 85 – 93.
- Capote, Jorge, A. (2012). Estudio referente a las grúas y el montaje en obras de construcción. Dpto. de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos Ingeniería de la Construcción. Universidad de Cantabria
- Collachagua Fernandez, I.A. (2017). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”, como herramienta de mejora de la productividad. Huancayo: Universidad Continental.
- Guzmán Tejada, A. (noviembre de 2014). Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. Lima, Lima, Perú
- IDEAR (2014) Manual de Clase del Curso de Grúas Torre y su Impacto en la Productividad.
- koskela, Lauri. (2000). Una exploración hacia una teoría de la producción y su aplicación a la construcción. Tesis de Doctorado, VTT Building Technology, Espoo, Finlandia.
- Lean Construction Institute (2014), disponible 30 abril de 2014 en: <http://www.leanconstruction.org/>
- LEGISTEC (2012) Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, sobre grúas móviles autopropulsadas usadas ([http://www.coitiab.es/reglamentos/elevadores/reglamentos/rd\\_237.htm](http://www.coitiab.es/reglamentos/elevadores/reglamentos/rd_237.htm))
- Lozano, Miguel. (2019). Análisis de productividad en edificaciones utilizando torres grúa. E especialización en productividad de la construcción, Centro de Formación Rendel CEFORE, Lima, Perú. (2019)
- Mena, J. (2007). Estudio de productividad y rendimientos en procesos constructivos mediante el uso de Grúa Torre. (Tesis de titulación). Disponible en: [http://bibliodigital.itcr.ac.cr/bitstream/handle/2238/6141/estudio\\_productividad\\_rendimientos\\_procesos\\_constructivos\\_grua%20\\_torre.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliodigital.itcr.ac.cr/bitstream/handle/2238/6141/estudio_productividad_rendimientos_procesos_constructivos_grua%20_torre.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- PAZOS, Andrés, CABALLERO, Pamela. Condiciones de operación de las grúas torre. Revista Costos. Lima, 2013, número 226, pp. 63. (Consulta 30 de mayo del 2014)
- PERÚ CONSTRUYE. (2018, Julio3). Grúas Torre: Equipos que elevan la productividad y seguridad en obra. Revista Perú Construye, Edición N°53, 2018. Disponible en marzo, 2018. Sitio web: <https://peruconstruye.net/edicion-53/>
- Pons Achell, J. F. (2014). Introducción al Lean Construction. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Pons, Juan Felipe (2014). Introducción a Lean Construction. 1ª Edición. Fundación laboral de la construcción
- REVISTA GESTIÓN (2012) Revista peruana dedicada a brindar información del medio. (Consulta 20 de Febrero del 2013)( <http://gestion.pe/economia/sector-construccion-repunto-1517-durante-2012-2059201>)
- UNITEC. (2016). Historia Evolutiva de la Grúa. Disponible noviembre 20, 2018, Sitio web: <https://www.unitecls.com/wp-content/uploads/2016/05/HISTORIA-EVOLUTIVA-DE-LASGR%C3%9AAS-1.pdf>. >
- Vega, J. (2007). Grúas Torre. Recuperado el 12 de Julio del 2018. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos32/gruatorre/grua-torre.shtml>.

ANEXO 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V.I		
¿Al analizar la productividad de una torre grúa y seleccionar el modelo optimo, reducirán los costos y tiempos en la construcción?	Analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural para seleccionar el modelo óptimo en edificio multifamiliar greenery	La torre grúa optima mejora la productividad en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery	PRODUCCION	*Tiempo *Costo *Proceso constructivo	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>-La orientación de la investigación es aplicada</p> <p>-Enfoque Cualitativo</p> <p>-Tipo Correlacional</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>-Descriptivo, por que describe y mide adecuadamente las características y factores de la torre grúa para así mejor la producción</p> <p><b>Diseño de investigación</b></p> <p>-Según el propósito de estudio:</p> <p>No experimental</p> <p>-Según el número de mediciones: Longitudinal</p> <p>-Según la cronología de observaciones: Prolectivo</p> <p><b>Población</b></p> <p>La población estará conformada por las edificaciones multifamiliares.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Para esta investigación la</p>
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	V.D		
¿De qué manera las actividades involucradas en la construcción influyen en la producción del Edificio Multifamiliar Greenery?	Identificar las actividades que están involucradas en la utilización de la grúa torre mediante el estudio de otras obras similares para evaluar su producción en edificio multifamiliar greenery	Un correcto análisis de las actividades involucradas con la grúa torre mejora la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar Greenery	MODELO DE TORRE GRUA	*Capacidad de carga *Altura *Radio de Giro	

<p>¿Cómo influyen los procesos constructivos en la producción de la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery?</p>	<p>Analizar los procesos constructivos con intervención de grúa torre para evaluar su producción en la construcción del casco estructural en el edificio multifamiliar greenery.</p>	<p>El proceso constructivo adecuado mejorará la producción en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery</p>	<p>muestra estará conformada por las edificaciones multifamiliares Greenery  <b>Instrumento y recolección de datos</b></p>
<p>¿Un correcto análisis en el uso de la grúa torre mejorará los costos en la construcción del casco estructural del edificio Multifamiliar Greenery?</p>	<p>Analizar la producción de una grúa torre para la mejora de tiempos y costos en la construcción del casco estructural en el edificio multifamiliar greenery</p>	<p>Al analizar el uso de la grúa torre mejoraremos los costos y tiempos en la construcción de casco estructural del edificio multifamiliar greenery</p>	<p>Nos permitirá medir los indicadores de la producción en el edificio multifamiliar</p>
<p>¿Cuál es la probabilidad de que al seleccionar el modelo óptimo mejorará los tiempos y costos en la construcción del casco estructural del edificio Multifamiliar Greenery?</p>	<p>Identificar el modelo óptimo de grúa torre, teniendo en cuenta sus factores técnicos para mejorar los rendimientos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery</p>	<p>Existe la probabilidad que al seleccionar el modelo óptimo mejoren los rendimientos en la construcción del casco estructural del edificio multifamiliar greenery</p>	

ANEXO 2. Cuestionario para recolectar información

CUESTIONARIO						
El presente cuestionario es un estudio realizado para analizar la producción de una torre grúa en el periodo de casco estructural y seleccionar el modelo óptimo en edificio multifamiliar, por lo cual le pedimos que responda las siguientes preguntas.						
Cargo en la empresa						
Años de experiencia en su puesto						
Edad						
Sexo (M) - (F)						
Marca con una (X) la respuesta correcta						
Ítem	Descripción	Muy frecuentemente	Frecuentemente	Ocasionalmente	Raramente	Nunca
	<b>Análisis de la producción de una torre grúa y selección del modelo óptimo</b>					
	<b>Actividades</b>					
1	¿Con que frecuencia usa la torre grúa para el transporte de materiales en obra?					
2	¿Con que frecuencia usa la torre grúa para vaciado de concreto en obra?					

3	¿Cree que el uso de la torre grúa mejora los rendimientos y genera menor sobreesfuerzos del personal?					
4	¿Las operaciones de montaje y desmontaje de la torre grúa son realizadas por personal calificado?					
5	¿Con que frecuencia usan las normativas de seguridad en torres grúas?					
<b>Procesos Constructivos</b>						
6	¿Cree que el uso de la torre grúa hace posible que los procesos constructivos sean rápidos y seguros?					
7	¿Realiza trenes de trabajo al usar la torre grúa?					
8	¿Utiliza la filosofía Lean Construction en obra?					
9	¿Utiliza el Lookahead en obra?					
10	¿Cree que el vaciado con la torre grúa es más rápida que el vaciado con bomba de concreto?					
<b>Producción</b>						
11	¿Cree usted que la torre grúa reduce el tiempo de ejecución de la obra?					
12	¿Cree usted que el alcance de la torre grúa reducen los tiempos en la construcción?					
13	¿Cree usted que el uso de la torre grúa mejora el control de los programas diarios de la obra?					
14	¿Utilizas el software S10 para el control de costos en obra?					

15	¿Utilizas el software Ms Project para el control de tiempos en obra?					
16	¿Utilizas el sistema Last Planner en obra?					
<b>Modelo de torre grúa</b>						
17	¿Usaste la torre grúa telescópica durante la ejecución de obra?					
18	¿Al elegir la torre grúa analiza el espacio necesario para operaciones y maniobras?					
19	¿Usaste la torre grúa trepadora durante la ejecución de obra?					
20	¿Cree usted que la capacidad de carga es un factor predominante en la selección de una torre grúa?					
21	¿Crees usted que el uso de una torre grúa tiene más ventajas que una grúa móvil?					
22	¿La empresa verifica que la torre grúa cuente con certificación vigente antes de requerir sus servicios?					

**LINK GOOGLE FORMS:**

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeLu7vDP\\_rO3T6HqxEqGVPBxYmYkMvu10ENZCtPWBJ36ukP3g/viewform?usp=pp\\_url](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeLu7vDP_rO3T6HqxEqGVPBxYmYkMvu10ENZCtPWBJ36ukP3g/viewform?usp=pp_url)

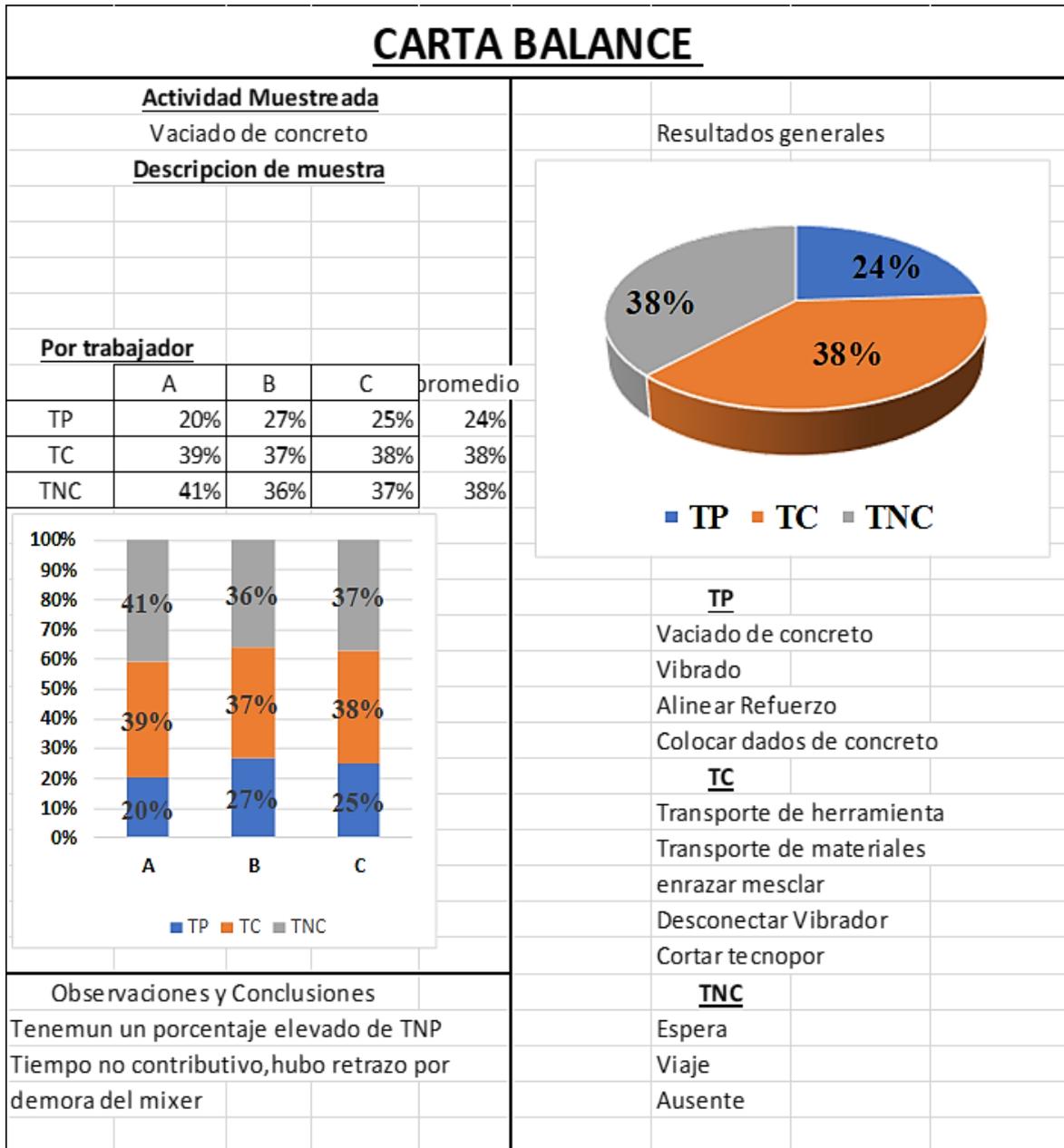
ANEXO 3. Registro de vaciado vertical y horizontal

PISOS		ELEMENTOS	CONCRETO F' C= (kg/cm <sup>2</sup> )		
			350	280	210
AZOTEA	VERTICAL	PLACAS			15.49
		COLUMNAS			7.16
	HORIZONTAL	VIGAS			17.87
		LOSA ALIGERADA			28.52
		LOSA MACIZA			2.20
10MO PISO	VERTICAL	PLACAS			26.75
		COLUMNAS			12.53
	HORIZONTAL	VIGAS			40.35
		LOSA ALIGERADA			10.58
		LOSA MACIZA			62.32
9NO PISO	VERTICAL	PLACAS			26.75
		COLUMNAS			12.53
	HORIZONTAL	VIGAS			27.84
		LOSA ALIGERADA			25.78
		LOSA MACIZA			24.66
8VO PISO	VERTICAL	PLACAS			26.75
		COLUMNAS			12.53
	HORIZONTAL	VIGAS			28.44
		LOSA ALIGERADA			26.06
		LOSA MACIZA			23.55
7MO PISO	VERTICAL	PLACAS			26.75
		COLUMNAS			12.53
	HORIZONTAL	VIGAS			28.44
		LOSA ALIGERADA			26.06
		LOSA MACIZA			23.55
6TO PISO	VERTICAL	PLACAS			26.75
		COLUMNAS			12.53
	HORIZONTAL	VIGAS			28.44
		LOSA ALIGERADA			26.06

5TO PISO	VERTICAL	LOSA MACIZA			23.55
		PLACAS		26.75	
		COLUMNAS		12.53	
	HORIZONTAL	VIGAS			28.44
		LOSA ALIGERADA			26.06
		LOSA MACIZA			23.55
4TO PISO	VERTICAL	PLACAS		26.75	
		COLUMNAS		12.53	
		VIGAS			28.44
	HORIZONTAL	LOSA ALIGERADA			26.06
		LOSA MACIZA			23.55
		VIGAS			28.44
3ER PISO	VERTICAL	PLACAS		26.75	
		COLUMNAS		12.53	
		VIGAS			28.44
	HORIZONTAL	LOSA ALIGERADA			26.06
		LOSA MACIZA			23.55
		VIGAS			28.44
2DO PISO	VERTICAL	PLACAS		26.75	
		COLUMNAS		12.53	
		VIGAS			28.44
	HORIZONTAL	LOSA ALIGERADA			26.06
		LOSA MACIZA			23.55
		VIGAS			28.44
1ER PISO	VERTICAL	PLACAS	26.60		
		COLUMNAS	12.27		
		VIGAS			28.44
	HORIZONTAL	LOSA ALIGERADA			26.06
		LOSA MACIZA			23.55
		VIGAS			28.44
SEMISÓTANO	VERTICAL	PLACAS	36.64		
		COLUMNAS	15.36		
		MURO		11.03	
	HORIZONTAL	VIGAS			33.41
		LOSA ALIGERADA			28.14
		LOSA MACIZA			36.92
SOTANO 1	VERTICAL	PLACAS	41.26		
		COLUMNAS	14.05		
		MURO		52.09	
	HORIZONTAL	VIGAS			48.62
		LOSA ALIGERADA			40.24
		LOSA MACIZA			38.45
VERTICAL	PLACAS	41.26			

SOTANO 2	HORIZONTAL	COLUMNAS	14.12	
		MURO		45.02
		VIGAS		43.39
		LOSA ALIGERADA		51.41
		LOSA MACIZA		11.48

ANEXO 4. Carta balance



## ANEXO 5. Cotización de alquiler de torre grúa

Fecha: 02/09/2020

Cotización n°: LBIN-GREEN-003B

Cliente: BINDA INGENIEROS S.A.C.

Direcc.: JEFE DE AREA TECNICA

Contacto: ROY DE LA CRUZ

OBRA: GRENNERY

Solicitud: Grúa torre J52 NS con 46 metros de altura y 35 metros de pluma, versión empotrada autoestable.

Unidades concepto	Elementos conceptos	Concepto	P.V.P	Dsct.	Precio unitario	TOTAL
6	1	Alquiler mensual de grúa J52 NS hasta 46m de altura con 35 m de pluma	S/. 6,850.00	5%	S/. 6,507.50	S/. 39,045.00
6	1	Alquiler mensual de canastilla de 1500 Kg capacidad	S/. 485.00	35%	S/. 315.25	S/. 1,891.50
6	1	Alquiler mensual de operador.	S/. 4,500.00		S/. 4,500.00	S/. 27,000.00
6	1	Mantenimiento mensual de grua torre La Grúa Torre incluye Radio Mando a distancia Joystick.	S/. 585.00	5%	S/. 555.75	S/. 3,334.50
<b>TOTAL ALQUILER SIN I.G.V.</b>						<b>S/. 71,271.00</b>

Unidades concepto	Elementos conceptos	Concepto	P. Unitario	Dsct.	Precio unitario	TOTAL
2	1	Montaje o desmontaje de grua torre a 46 mtrs. de altura con 35 mts. de pluma por un día de trabajo.	S/. 4,250.00	5%	S/. 4,037.50	S/. 8,075.00
2	4	Transporte de ida o regreso a obra. Distancia menor a 100 Km. , incluye camion grua para carga y descarga de grua en almacen.	S/. 1,850.00	5%	S/. 1,757.50	S/. 14,060.00
2	1	Autogrúa auxiliar para montaje o desmontaje de grúa torre	S/. 9,500.00	5%	S/. 9,025.00	S/. 18,050.00
1	1	Autogrúa auxiliar para instalación de tramo de empotramiento	S/. 4,500.00	5%	S/. 4,275.00	S/. 4,275.00
1	1	Venta de pata de empotramiento. Incluye transporte	S/. 11,850.00		S/. 11,613.00	S/. 11,613.00
1	1	Diseño de zapata especial	S/. 1,950.00	10%	S/. 1,755.00	S/. 1,755.00
<b>TOTAL GASTOS FUJOS SIN I.G.V.</b>						<b>S/. 57,828.00</b>
<b>TOTAL ALQUILER + GASTOS FUJOS SIN I.G.V.</b>						<b>S/. 129,099.00</b>
<b>TOTAL ALQUILER + GASTOS FUJOS INCLUIDO I.G.V.</b>						<b>S/. 152,336.82</b>

Por cuenta de la obra:

- 1.- Elaboración de la zapata según el diseño de Maquinza Perú S.A.C.
- 3.- El cliente será responsable por el traslado interno , nivelación e instalacion del tramo de empotramiento.

## ANEXO 6. Validez del instrumento

Este proceso se realizó por juicio de expertos, para lo cual se solicitó la opinión de 3 profesionales con experiencia en analizar la producción utilizando torre grúa en obra, quienes analizaron a pertinencia muestral del instrumento (Ver anexo 2), a ellos se les entregó la matriz de consistencia, el instrumento de recolección de datos y la ficha de validación con los indicadores respectivos. Sobre la base del procedimiento de validación descrita, los expertos consideraron los objetivos del estudio en los ítems constitutivos del instrumento de recopilación de la información.

Tabla 44  
Perfil profesional de los expertos

<b>Expertos</b>	<b>Perfil profesional</b>
<b>Alfredo Untama Mosqueira, Magister, Ingeniero civil</b>	Project Management Profesional-Gerencia de Proyectos ,Master of Business administration (MBA)-Maestría en dirección estratégica, Máster de cálculo de estructuras de obra civil-UDIMA, Gerente general de la empresa ALTACOM, profesional con más de 20 años de experiencia
<b>Fernando Mercado Tupiño, Magister, Ingeniero civil</b>	Maestría en dirección de la construcción-Universidad de Ciencias Aplicadas, Gerente General de Corporación Mercado profesional con más de 10 años de experiencia
<b>Ana Heredia Rucoba, Magister, Ingeniero civil</b>	Maestría en Gerencia de la construcción moderna-Universidad Federico Villarreal, Gerente General de Inmobiliaria & Valuaciones Cat ,profesional con más de 15 años de experiencia

Fuente: Elaboración propia

- ❖ Informe de opinión de expertos

## Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

### 1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante : Encuentas 01 realizada a experto  
 Cargo o Institución donde labora: :  
 Título de la investigación : Análisis de la producción de torre grúa y selección del modelo óptimo para optimizar tiempos y costos en una edificación multifamiliar  
 Autor(es) del Instrumento: : Marmanillo Navarro Juliana-Inga Rios George

### 2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación						

Fuente: Elaboración propia

### 3. Promedio de valoración 70% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

**Lugar y Fecha: Lima 9 de Setiembre del 2021**

## Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

### 1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante : Encuentas 02 realizada a experto

Cargo o Institución donde labora: :

Título de la investigación :Análisis de la producción de torre grúa y selección del modelo óptimo para optimizar tiempos y costos en una edificación multifamiliar

Autor(es) del Instrumento: :Marmanillo Navarro Juliana-Inga Rios George

### 2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos			X		

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones			X		
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación						

Fuente: Elaboración propia

### 3. Promedio de valoración 68 % y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

**Lugar y Fecha: Lima 9 de Setiembre del 2021**

## Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

### 1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante : Encuentas 03 realizada a experto

Cargo o Institución donde labora: :

Título de la investigación :Análisis de la producción de torre grúa y selección del modelo óptimo para optimizar tiempos y costos en una edificación multifamiliar

Autor(es) del Instrumento: :Marmanillo Navarro Juliana-Inga Rios George

### 2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4. Organización	Existe una organización lógica			X		
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X	

8 coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				X	
Promedio de Validación						

Fuente: Elaboración propia

### 3. Promedio de valoración 71% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(.....) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

**Lugar y Fecha: Lima 13 de Setiembre del 2021**



### Carta de Autorización

Yo Binda García Ítalo Adolfo con DNI: 07794191 Gerente general de la empresa Binda Ingenieros SAC, Ubicada en Cal. Luis Arias Schreiber Nro. 135 Dpto. 305, Miraflores

En mi calidad de Gerente General autorizo a los bachilleres, George Hans Inga Rios y Janette Juliana Marmanillo Navarro, para el uso de información de nuestra organización para el desarrollo de su tesis "ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE TORRE GRÚA Y SELECCIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA OPTIMIZAR TIEMPOS Y COSTOS EN UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR" para optar por el título profesional de ingeniería civil

Binda Ingenieros S.A..C

Binda Garcia Italo Adolfo  
Representante Legal