

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“DISEÑO DE PROTOTIPO DE UN EQUIPO DE  
TRANSPORTE VERTICAL Y HORIZONTAL EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE 4 A 10 NIVELES  
EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Jose Encarnacion Tafur Vasquez

**Asesor:**

Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen  
<https://orcid.org/0000-0001-5024-2575>

Cajamarca - Perú

2024

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	ERLYN GIORDANY SALAZAR HUAMAN	71106769
	Erlын Salazar Huamán	Nº DNI

Jurado 2	KELY ELIZABETH NUÑEZ VASQUEZ	42679441
	Kely Núñez Vásquez	Nº DNI

Jurado 3	KATIA NATALY CARRION RABANAL	46269439
	Katia Carrión Rabanal	Nº DNI

**INFORME DE SIMILITUD****TESIS JOSE ENCARNACION TAFUR VASQUEZ**

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>cervera.rmee.upc.edu</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>pt.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo

Excluir coincidencias &lt; 1%

Excluir bibliografía      Activo

**Tabla de contenido**

Jurado calificador	2
Informe de similitud	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	43
CAPÍTULO III: RESULTADOS	55
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	88
REFERENCIAS	96

## Índice de tablas

Tabla 1 Propiedades mecánicas de algunos aceros estructurales .....	20
Tabla 2 Características de los equipos de elevación más comunes y su aplicabilidad a la construcción de edificaciones de 4 a 10 niveles .....	26
Tabla 3 Requerimiento promedio semanal de materiales más críticos en edificaciones de 150 m <sup>2</sup> .....	55
Tabla 4 Capacidad de carga prototipo diseñado .....	58
Tabla 5 Características geométricas del prototipo de equipo para el transporte vertical y horizontal de materiales de construcción en edificaciones de 4 a 10 niveles .....	59
Tabla 6 Resultados del análisis estructural con carga en el punto medio de la viga .....	60
Tabla 7 Resultados del análisis estructural con carga en el extremo de la viga .....	63
Tabla 8 Características técnicas del prototipo de equipo para el transporte vertical y Horizontal de materiales de construcción en edificaciones de 4 a 10 niveles .....	66
Tabla 9 Descripción general de los componentes del prototipo diseñado .....	71
Tabla 10 Presupuesto estimado de fabricación de prototipo de equipo de transporte vertical y horizontal .....	84

## Índice de figuras

Figura 1 Llenado manual de una columna de manera insegura y sacrificada .....	12
Figura 2 Retiro de material excedente desde quinto nivel mediante polea .....	13
Figura 3 Elevación de ladrillo de techo con polea de manera insegura e ineficiente.....	13
Figura 4 Elevación de agregados con wincher y colocado en borde de la obra.....	14
Figura 5 Elevación de materiales muy pegada a edificación de 11 niveles usando equipo Wincher .....	14
Figura 6 Trolleys .....	18
Figura 7 Polipasto eléctrico .....	19
Figura 8 Gráfica de esfuerzo – deformación .....	20
Figura 9 Grúa torre .....	21
Figura 10 Grúa puente o de pórtico .....	22
Figura 11 Componentes de una grúa pórtico.....	23
Figura 12 Grúa plegable – construcción iglesia Cuterv .....	23
Figura 13 Wincher eléctrico .....	24
Figura 14 Sistema de polea en transporte vertical de ladrillo.....	25
Figura 15 Diagrama de esfuerzo – deformación característica de un acero estructural dulce o bajo contenido de carbono a temperatura ambiente .....	28
Figura 16 Estructuras continuas: (a) presa bóveda y su cimentación (estructura masiva), (b) placa trabajando a flexión (estructura superficial) .....	30
Figura 17 Estructuras de barras: (a) estructura articulada, (b) estructura reticulada.....	31
Figura 18 Estructuras de planos medios: tipos de apoyos .....	31
Figura 19 Estructuras de planos medios: tipos de enlaces.....	34
Figura 20 Estructura articulada: (a) equilibrio global, (b) equilibrio de piezas y de nudos	35
Figura 21 Estructura reticulada: (a) equilibrio global, (b) equilibrio de piezas y de nudos	35

Figura 22 Influencia de la deformación en la flexión de una ménsula.....	36
Figura 23 Grado de hiperestatismo externo para estructuras de varias piezas .....	37
Figura 24 Esquema de procedimiento seguido.....	51
Figura 25 Esquema de prototipo de grúa pórtico .....	58
Figura 26 Captura de pantalla programa SAP 2000 en proceso de análisis de prototipo....	62
Figura 27 Captura de pantalla programa Autodesk Professional 2023 en proceso de análisis de prototipo.....	62
Figura 28 Modelado de puente grúa con carga aplicada en zona central .....	63
Figura 29 Esfuerzos en las direcciones XYZ .....	65
Figura 30 Esfuerzos en el extremo de la viga.....	66
Figura 31 Esfuerzos cortantes y desplazamientos en distintas direcciones del espacio XYZ	68
Figura 32 Esfuerzos cortantes y desplazamientos .....	69
Figura 33 Montaje de los pórticos .....	79
Figura 34 Montaje de viga y cableado.....	79

## RESUMEN

La presente investigación se realizó considerando las necesidades de mejorar la tecnología empleada en las tareas de elevación de materiales de construcción de viviendas de 4 a 10 niveles, tarea sacrificada, costosa y riesgosa, realizada generalmente de manera manual o usando algunos equipos poco eficientes y versátiles para la gran diversidad y volúmenes de materiales requeridos. El objetivo general de este trabajo es diseñar un prototipo de equipo de transporte vertical y horizontal de materiales para la construcción de edificaciones de 4 a 10 niveles en la ciudad de Cajamarca, teniendo como objetivos específicos: Estimar la capacidad de carga del prototipo según los requerimientos semanales de materiales más pesados en el proceso de construcción de edificaciones de 4 a 10 niveles. Definir el tipo de equipo, características geométricas y capacidad de carga del prototipo de transporte vertical y horizontal de materiales de. Realizar el análisis estructural y diseño de los componentes del prototipo de equipo de transporte vertical y horizontal de materiales de construcción. Describir las ventajas y desventajas y sus componentes del prototipo de equipo de transporte vertical de materiales de construcción. Describir el sistema de montaje y operación del prototipo diseñado. Estimar el presupuesto de construcción del prototipo diseñado.

La investigación es no experimental pues no manipula variables, se basa en la observación y la descripción del equipo diseñado y sus componentes del equipo, sus características geométricas, especificaciones técnicas, las ventajas y desventajas del equipo diseñado, esta investigación es tecnológica por aportar en la tecnología de las tareas de elevación de materiales. Se usó una técnica de recolección de datos a través de instrumentos como revisión bibliográfica para el fundamento teórico y los antecedentes de investigación, se hizo una observación directa y entrevistas a obreros, oficiales y empresarios del sector de

la construcción de viviendas para conocer sus demandas y desafíos que sirvieron de base para definir la problemática y para diseñar el prototipo, sus características geométricas y mecánicas. Luego se procedió al modelamiento y dimensionamiento de cada uno de sus componentes del prototipo y realizando el análisis estructural mediante software Autodesk Inventor y el SAP 2000, obteniendo como resultado la determinación de la carga máxima de 420 kg, y una deformación de 3.71 mm, inferior a la deformación permisible de 6.0 mm al asignarse la carga de análisis en el extremo de la viga, la deformación obtenida al asignarse en el centro de la viga es de 0.0004 mm, inferior a la deformación permisible de 12 mm , obteniendo a así el máximo factor de seguridad de 15.0 en el centro de la viga y de 1.5 en el extremo de la viga. Finalmente, se hizo una descripción de cada componente, la elaboración de los planos y una descripción de las ventajas y desventajas, el proceso de montaje y desmontaje y operación del prototipo.

Como resultado del presente estudio se logró diseñar un prototipo tipo grúa pórtico con una capacidad de carga de 420 kg en el extremo de voladizo y 4 200 kg en el punto medio del cuerpo central de la viga.

Llegando a la conclusión que el prototipo de equipo diseñado es del tipo grúa pórtico, adecuado para cubrir las demandas en las tareas de transporte vertical y horizontal de una variedad de materiales y que permite adaptarse a distintas circunstancias de obra para la construcción de viviendas de 4 a 10 niveles en la ciudad de Cajamarca.

**PALABRAS CLAVES:** Transporte vertical, grúas, Izaje, diseño, equipos de elevación.

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

## REFERENCIAS

- Blanco Díaz Elena, Cervera Ruiz Miguel, & Suárez Arroyo Benjamín. (2015). *Análisis matricial de estructuras* (Primera). CIMNE.
- Chagua Aduviri Ireño Luis, Quispe Barra Marco Antonio, & Orteaga Achata Olger Alejandrino. (2022). Diseño y construcción de prototipo de máquina clasificadora de quinua por color usando sensores IR. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24.
- Leyva Giraldo Carlos Alberto. (2021). *Implementación del diseño de una torre grúa para mejorar el montaje de las escaleras metálicas de 54 metros de altura en una universidad en la Ciudad de Lima*. Universidad Privada del Norte.
- Martínez Ribes, D. (2016). *Diseño y Cálculo de la estructura de una grúa pórtico de 50 t de capacidad y 50 m de luz*. Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales.
- McCormac Jack C., & Csernak Stephen F. (2013). *Diseño de estructuras de acero* (Quinta). Alfaomega.
- MINSUR. (2021, March 3). *Estándar Operacional: Izaje de Cargas*.
- Ochoa Barros, N. M. (2011). *Diseño de una torre grúa para la construcción del edificio Portal del Ejido en la Ciudad de Cuenca*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Pujota Simbaña, J. J., & Rosales Sarmiento, B. M. (2013). *Diseño y construcción de un elevador de carga con capacidad de 200kg y 20 m de elevación para el laboratorio de energías alternativas y eficiencia energética*. Escuela Politécnica Nacional.
- Perez, Elmer (2021). Trabajo de Suficiencia Profesional- Mejoramiento de Procesos Productivos, para Mejorar la Productividad en Obras de edificaciones, de la Empresa Edifycon S.A.C, Rioja, 2021.
- Santos Ancajima, G. (2022). *Diseño de Una Grúa Pórtico Tipo Desarmable de 2 Toneladas de Carga para la Empresa SINIS*. Universidad Tecnológica del Perú.
- Yáñez Vílchez Gonzalo Antonio. (2020). *Diseño de un puente grúa de 2 toneladas*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Zapata Baglietto Luis F. (2013). *Diseño estructural en acero* (Segunda).