UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERIA CIVIL

Tesis

Rendimiento del tipo de encofrado entre fenólico y acrílico, influyen en columnas en viviendas de la ciudad de Abancay 2024

Asesor:

DR. Soto Palomino, Wilfredo

Autor:

Vila Ballon, Edison Daniel

Para optar el título profesional de: Ingeniero civil

Abancay - Apurímac - Perú

2026

Acta de Sustentación

Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL Acta N°: 005

En la ciudad de Abancay, a los quince días del mes de **enero del 2026**, siendo las **3:00 pm** horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral **N° 0028-2026- EPIC-FI-UTEA-SA** de fecha **08** de **enero** del **2026**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente	:	Ing. Cayo Baca, Holguer
Dictaminante	:	Ing. Gamarra Mota, Rubén
Replicante	:	Dr. Alarcón Camacho, Erick

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

☒ Tesis ☐ Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Rendimiento del tipo de encofrado entre fenólico y acrílico, influyen en columnas en viviendas de la ciudad de Abancay 2024

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: Vila Ballon, Edison Daniel

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad

(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Vila Ballon, Edison Daniel	**Aprobado**

Siendo **las 4:10pm horas** concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Ing. Cayo Baca, Holguer (.....)

Dictaminante: Ing. Gamarra Mota, Rubén (.....)

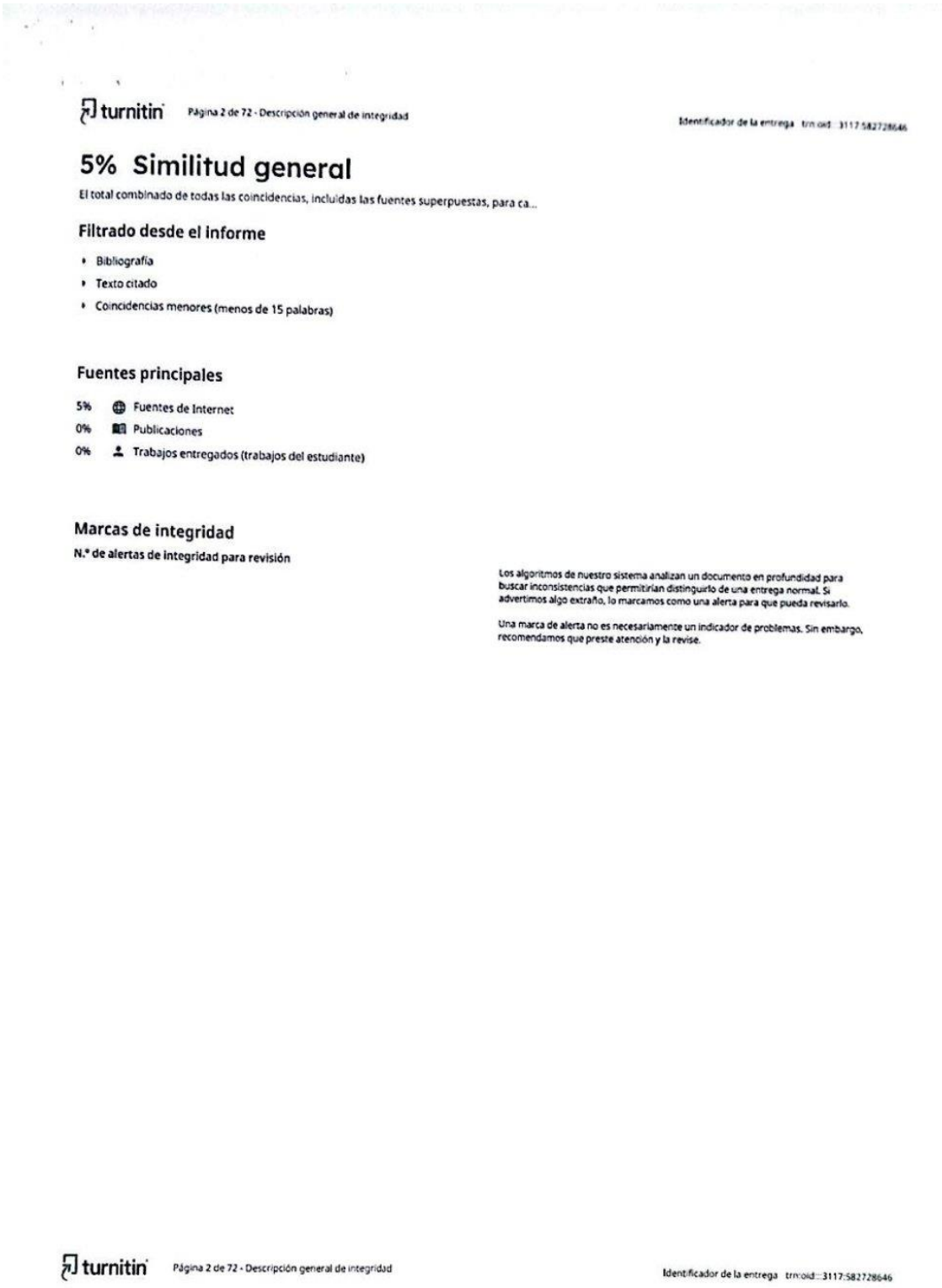
Replicante: Dr. Alarcón Camacho, Erick (.....)

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 003

Abancay 15 de enero del 2026

(*): Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.

Reporte de Similitud



turnitin Página 2 de 72 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid:::3117:582728646

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

5% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

turnitin Página 2 de 72 - Descripción general de integridad Identificador de la entrega trn:oid:::3117:582728646

Metadatos Complementarios

Datos del autor		
Apellidos y Nombres	:	Vila Ballon, Edison Daniel
Tipo de documento de identidad	:	DNI
Numero de documento de identidad	:	75208310
URL ORCID (opcional)	:	https://orcid.org/0009-0008-7992-4658
Datos del asesor		
Apellidos y Nombres	:	Soto Palomino Wilfredo
Tipo de documento de identidad	:	DNI
Numero de documento de identidad	:	41934951
URL ORCID (opcional)	:	https://orcid.org/0000-0001-5926-8077
Datos de la Investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	2024 - 2025
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	:	5 %
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

Dedico mi tesis con todo mi corazón a Dios a mis padres quienes me apoyaron en la ejecución a mi esposa que siempre está presente y apoyándome a mi quería hijita Heyssel, a mi asesor el Dr. Ing. Wilfredo Soto Palomino que me acompaño en cada momento en mi tesis brindándome consejos.

Agradecimiento

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener buena experiencia dentro y fuera de nuestra querida universidad agradecer también a nuestra universidad que día a día lucha para seguir formando buenos profesionales, a nuestros apreciados docentes, ingenieros quienes con su sabiduría y conocimiento brindan una buena educación a los alumnos. Finalmente, agradecer a mis padres, esposa a mi hijita y mi asesor el Dr. Ing. Wilfredo Soto Palomino, gracias a todos y cada uno de ustedes.

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo evaluar la influencia del tipo de encofrado —fenólico y acrílico— en el rendimiento de columnas de viviendas construidas en la ciudad de Abancay durante el año 2024. La metodología de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y nivel explicativo, desarrollada bajo un diseño experimental comparativo. Se consideraron dos variables: El tipo de encofrado, como variable independiente, y el rendimiento, como variable dependiente, cuya evaluación se realizó a través de tres dimensiones: costo, tiempo de ejecución y trabajabilidad. Los resultados mostraron que el encofrado fenólico registró un menor costo unitario por columna (S/ 225.23), lo que lo convierte en una opción más económica en el corto plazo. Sin embargo, el encofrado acrílico, pese a su mayor costo inicial (S/ 341.18), permitió una instalación más rápida y una mayor cantidad de reutilizaciones, optimizando así la productividad en obra. En lo referente a la trabajabilidad, el sistema acrílico destacó por su ligereza, facilidad de manipulación y mejor acabado superficial del concreto, reduciendo defectos como cangrejeras y mejorando la estética final. En conclusión, el encofrado fenólico resulta conveniente para proyectos de pequeña escala o con presupuestos limitados, mientras que el acrílico es más eficiente para obras medianas o grandes que priorizan la rapidez de ejecución, la calidad y la reutilización del material. Este estudio aporta información técnica que puede guiar la toma de decisiones en la selección de sistemas de encofrado, contribuyendo a mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la construcción de edificaciones de concreto armado.

Palabras clave: encofrado, rendimiento constructivo, columnas de concreto armado

Abstract

This study aimed to evaluate the influence of formwork type—phenolic or acrylic—on the performance of concrete columns in residential buildings constructed in the city of Abancay during 2024. The research followed a quantitative approach, applied type, and explanatory level, developed under a comparative experimental design. Two variables were considered: formwork type, as the independent variable, and performance, as the dependent variable, which was assessed through three dimensions: cost, execution time, and workability.

The results showed that phenolic formwork recorded a lower unit cost per column (S/ 225.23), making it a more economical option in the short term. However, acrylic formwork, despite its higher initial cost (S/ 341.18), allowed for faster installation and a greater number of reuses, thus optimizing on-site productivity. Regarding workability, the acrylic system stood out for its light weight, ease of handling, and superior concrete surface finish, reducing defects such as honeycombing and improving the final appearance. In conclusion, phenolic formwork is suitable for small-scale projects or those with limited budgets, while acrylic formwork is more efficient for medium- and large-scale projects that prioritize execution speed, quality, and material reuse. This study provides technical information that can guide decision-making in the selection of formwork systems, contributing to improved efficiency and sustainability in the construction of reinforced concrete buildings.

Keywords: formwork, constructive performance, reinforced concrete columns

ÍNDICE

Portada

Acta de Sustentación ii

Reporte de Similitud iii

Metadatos Complementarios iv

Dedicatoria i

Agradecimiento v

Resumen vii

Abstract viii

ÍNDICE ix

Índice de Tablas xi

Índice de figuras xii

I. Introducción 13

II. Planteamiento del problema 16

2.1 Descripción y formulación del problema 16

2.1.1. Problema general 18

2.1.2. Problemas específicos 18

2.2 Objetivos 18

2.2.1 Objetivo general. 18

2.2.2 Objetivos específicos. 18

2.3 Justificación e importancia 19

2.4 Hipótesis 19

2.5 Variables 20

2.5.1 Variable independiente 20

2.5.2 Variable dependiente 20

III. Marco teórico 18

3.1 Antecedentes 18

3.2 Bases teóricas 22

3.2.1 Rendimiento del encofrado 22
3.2.2 Encofrado fenólico 23
3.2.3 Encofrado acrílico 23
3.3 Definición de términos 24
IV. Metodología 27
4.1 Tipo y nivel de investigación 27
4.2 Ámbito temporal y espacial 27
4.3 Población y muestra 28
4.4 Instrumentos 29
4.5 Procedimientos 31
4.6 Análisis de datos 31
V. Resultados y discusión **33**
VI. Conclusiones **47**
VII. Recomendaciones **49**
VIII. Bibliografía **50**

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.....17

Tabla 2. Análisis de costos unitarios del encofrado con fenólico para columnas en viviendas – Abancay, 2024.....33

Tabla 3. Análisis de costos unitarios del encofrado con acrílico para columnas en viviendas – Abancay, 2024.....34

Tabla 4. Costo del material fenólico utilizado en la fabricación del sistema de encofrado – Abancay, 2024.....36

Tabla 5. Costo del material acrílico utilizado en la fabricación del sistema de encofrado – Abancay, 2024.....36

Tabla 6. Tiempo promedio de instalación del encofrado fenólico en columnas según su posición estructural – Abancay, 2024.....37

Tabla 7. Tiempo promedio de instalación del encofrado acrílico en columnas según su posición estructural – Abancay, 2024.....38

Tabla 8. Análisis de trabajabilidad del sistema de encofrado fenólico: cantidad de materiales y reutilización por m² – Abancay, 2024.....40

Tabla 9. Análisis de trabajabilidad del sistema de encofrado acrílico: cantidad de materiales y reutilización por m² – Abancay, 2024.....41

Índice de figuras

Figura 1. Comparación gráfica del análisis de costos unitarios entre encofrado fenólico y acrílico en columnas – Abancay, 2024 35

Figura 2. Comparación del tiempo promedio de instalación del encofrado fenólico y acrílico según tipo de columna – Abancay, 2024 39

Figura 3. Número de usos promedio por tipo de material en los sistemas de encofrado fenólico y acrílico – Abancay, 2024 42

I. Introducción

En la ingeniería civil, los sistemas de encofrado cumplen una función esencial dentro del proceso constructivo, ya que permiten contener y dar forma al concreto fresco hasta que alcanza las condiciones necesarias de fraguado y resistencia. Entre los distintos elementos estructurales, las columnas demandan un mayor nivel de precisión durante su ejecución, debido a que cumplen un rol fundamental en la transmisión de cargas y en la estabilidad global de las edificaciones. Por ello, el rendimiento del sistema de encofrado empleado en estos elementos influye directamente en la calidad del acabado superficial del concreto, así como en aspectos relevantes como el tiempo de ejecución, el costo del proceso constructivo y la facilidad de trabajo en obra.

En la ciudad de Abancay, el crecimiento urbano sostenido ha generado un incremento significativo en la construcción de viviendas de concreto armado, lo que ha impulsado la búsqueda de soluciones constructivas que permitan optimizar recursos y mejorar la eficiencia de los procesos. En este escenario, el uso de encofrados fenólicos y acrílicos se ha consolidado como una práctica frecuente en la ejecución de columnas, debido a sus características técnicas relacionadas con la resistencia, la reutilización y la calidad del acabado. No obstante, a pesar de su uso extendido, el análisis comparativo de estos sistemas en condiciones locales específicas aún es limitado, lo que dificulta una selección informada basada en criterios técnicos y económicos.

Ante esta problemática, la presente tesis se orienta a analizar la influencia del tipo de encofrado, específicamente fenólico y acrílico, en el rendimiento de las columnas de viviendas construidas en la ciudad de Abancay durante el año 2024. El estudio se desarrolla desde una perspectiva técnica y comparativa, con el propósito de generar información

objetiva que contribuya a una adecuada toma de decisiones en proyectos de edificación, considerando las condiciones reales de ejecución propias del contexto urbano local.

La relevancia de esta tesis radica en su aporte a la optimización de los procesos constructivos, al proporcionar evidencia técnica verificable que permita reducir costos innecesarios, mejorar los tiempos de ejecución y elevar la eficiencia operativa en obra. Asimismo, los resultados obtenidos representan un aporte para los profesionales de la ingeniería civil y del sector construcción, al ofrecer criterios comparativos sobre el desempeño de los sistemas de encofrado más utilizados, con impacto directo en la productividad y en la calidad estructural de las edificaciones.

Diversos antecedentes respaldan la importancia de evaluar el rendimiento de los sistemas de encofrado. A nivel internacional, Schmidt et al. (2023) demostraron que el empleo de encofrados modulares y flexibles contribuye a la reducción de costos y tiempos de ejecución en estructuras de concreto. Por su parte, Prado et al. (2021) evidenciaron que un sistema de encofrado adecuado favorece el comportamiento estructural de las columnas, optimizando la transferencia de cargas. Asimismo, Yang et al. (2023) concluyeron que el uso de encofrados de alto desempeño incrementa la resistencia estructural de los elementos verticales.

En el ámbito nacional, Vargas y Flores (2022) señalaron que el encofrado acrílico reduce la aparición de patologías constructivas como cangrejeras, mejorando la calidad del acabado superficial. De manera similar, Canaza Llatas y Maldonado (2023) verificaron que los sistemas modulares permiten disminuir el tiempo de instalación de columnas, mientras que Oblitas y Torres (2024) determinaron que este tipo de encofrados incrementa significativamente la productividad en obra. Estos antecedentes refuerzan la necesidad de

realizar estudios aplicados en contextos locales como el de Abancay, donde las condiciones técnicas y económicas presentan particularidades propias.

Finalmente, la presente tesis está estructurado en nueve apartados:

- **Apartado I: Planteamiento del problema**, donde se expone la realidad problemática, la formulación del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación, así como la delimitación y limitaciones del estudio.
- **Apartado II: Marco teórico**, que incluye los antecedentes nacionales e internacionales, las bases teóricas y conceptuales, la definición de términos básicos y la operacionalización de variables.
- **Apartado III: Metodología de la investigación**, que desarrolla el tipo, nivel y diseño de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, y el procedimiento general.
- **Apartado IV: Resultados**, en el cual se presentan los datos obtenidos mediante tablas y figuras, junto con su respectiva interpretación.
- **Apartado V: Discusión de resultados**, donde se contrastan los hallazgos con los antecedentes y teorías revisadas.
- **Apartado VI: Conclusiones**, que resume los principales resultados alcanzados en relación con los objetivos del estudio.
- **Apartado VII: Recomendaciones**, que plantea acciones concretas y viables orientadas a mejorar los procesos constructivos.
- **Apartado VIII: Referencias bibliográficas**, que recoge todas las fuentes utilizadas conforme a las normas APA actualizadas.
- **Apartado IX: Anexos**, que contiene los instrumentos de recolección de datos, cuadros complementarios y documentación de respaldo relevante para la investigación.

II. Planteamiento del problema

2.1 Descripción y formulación del problema

A nivel internacional, diversos estudios han demostrado que el sistema de encofrado empleado en la ejecución de columnas de concreto armado influye directamente en el rendimiento del proceso constructivo, especialmente en términos de costo, tiempo de ejecución y calidad del acabado. El encofrado fenólico, elaborado a partir de madera contrachapada recubierta con resina fenólica, ha sido ampliamente utilizado por su resistencia a la humedad y su capacidad de reutilización, características que lo hacen adecuado para distintos contextos climáticos y condiciones de obra (Darhanpé et al., 2021). No obstante, se ha señalado que este sistema puede implicar mayores exigencias durante su instalación, así como costos asociados a la mano de obra, lo que incide en los plazos de ejecución. En contraste, el encofrado acrílico, fabricado con materiales plásticos ligeros, ha ganado aceptación por su facilidad de manejo y por permitir acabados más uniformes en las superficies de concreto, reduciendo los tiempos de montaje y desmontaje de las columnas (Aréchiga, 2016).

En el ámbito nacional, el crecimiento del sector construcción ha impulsado la adopción de sistemas de encofrado que permitan mejorar la eficiencia y productividad en la ejecución de viviendas. En distintas regiones del país, se ha evidenciado una transición progresiva desde encofrados tradicionales hacia sistemas fenólicos y acrílicos, debido a las exigencias de calidad, durabilidad y control de costos que demandan los proyectos de edificación. Sin embargo, la selección del sistema más conveniente continúa siendo una decisión técnica compleja, ya que las condiciones económicas, climáticas y operativas varían significativamente según la zona de intervención, lo que limita la generalización de los resultados obtenidos en otros contextos.

A nivel local, la ciudad de Abancay ha experimentado en los últimos años un crecimiento urbano sostenido, reflejado en el aumento de la construcción de viviendas de concreto armado (Guardia et al., 2021). Este incremento ha generado una mayor demanda de materiales y técnicas constructivas que ofrezcan eficiencia, durabilidad y rentabilidad en obra. En este contexto, las columnas representan uno de los elementos estructurales más importantes, ya que garantizan la estabilidad de las edificaciones. Para su ejecución, en Abancay se emplean principalmente encofrados fenólicos y acrílicos, los cuales presentan características técnicas diferenciadas que influyen directamente en el rendimiento de la obra.

En la práctica constructiva local, pese a la disponibilidad de sistemas modernos, aún se observa el uso de encofrados tradicionales de madera, principalmente de eucalipto, debido a su bajo costo inicial y fácil acceso. No obstante, este material presenta limitaciones importantes relacionadas con su baja durabilidad, susceptibilidad a la humedad y deficiencias en la calidad del acabado del concreto, lo que restringe su aplicación en obras que requieren mayor eficiencia y control de calidad (Guardia et al., 2021).

A pesar del uso frecuente de encofrados fenólicos y acrílicos en la construcción de columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, no se cuenta con estudios técnicos locales que comparen de manera objetiva el rendimiento de ambos sistemas bajo condiciones reales de obra. Esta ausencia de información genera incertidumbre en la toma de decisiones técnicas, particularmente en lo relacionado con el equilibrio entre costo, tiempo de ejecución y trabajabilidad, lo que evidencia una brecha de conocimiento que justifica el desarrollo de la presente tesis durante el año 2024.

2.1.1. Problema general

¿De qué manera el tipo de encofrado entre fenólico y acrílico influye en el rendimiento de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024?

2.1.2. Problemas específicos

a) ¿De qué manera el tipo de encofrado entre fenólico y acrílico influye en el costo de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024?

b) ¿De qué manera el tipo de encofrado entre fenólico y acrílico influye en el tiempo de construcción de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024?

c) ¿De qué manera el tipo de encofrado entre fenólico y acrílico influye en la trabajabilidad en la construcción de columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024?

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo general.

Determinar de qué manera el tipo de encofrado entre fenólico y acrílico influye en el rendimiento de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay en 2024.

2.2.2 Objetivos específicos.

a) Analizar cómo el tipo de encofrado entre fenólico y acrílico influye en el costo de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay en 2024.

b) Evaluar el impacto del tipo de encofrado entre fenólico y acrílico en el tiempo de construcción de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay en 2024.

c) Examinar de qué manera el tipo de encofrado entre fenólico y acrílico afecta la trabajabilidad en la construcción de columnas en viviendas de la ciudad de Abancay en 2024.

2.3 Justificación e importancia

El análisis del rendimiento de los encofrados fenólicos y acrílicos en la construcción de columnas en viviendas de Abancay es un tema relevante, dado que el tipo de encofrado influye directamente en factores críticos como el costo, el tiempo de ejecución y la calidad del acabado estructural. Estudios recientes destacan que la elección adecuada de los materiales de encofrado puede generar ahorros significativos en obras de concreto, especialmente en proyectos de viviendas unifamiliares, donde el control de costos y tiempos es crucial. Además, investigaciones han mostrado que los encofrados fenólicos ofrecen una reutilización más eficiente en comparación con otros materiales como la madera, lo que puede reducir el impacto ambiental y los costos asociados a la construcción (Shazwan Ahmad Shah et al., 2019). De esta manera, este estudio no solo beneficiará a los ingenieros civiles y constructores de la región, sino que también contribuirá a la implementación de soluciones sostenibles en el sector de la construcción en Abancay, alineadas con tendencias globales de sostenibilidad y eficiencia en la industria.

2.4 Hipótesis

Hipótesis general

El tipo de encofrado entre fenólico y acrílico se relaciona con el rendimiento de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024.

Hipótesis específicas

a) El tipo de encofrado entre fenólico y acrílico se relaciona con el costo de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024.

b) El tipo de encofrado entre fenólico y acrílico se relaciona con el tiempo de construcción de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024.

c) El tipo de encofrado entre fenólico y acrílico se relaciona con la trabajabilidad durante la construcción de las columnas en viviendas de la ciudad de Abancay, 2024.

2.5 Variables

2.5.1 Variable independiente

Tipo de encofrado (fenólico y acrílico). Definido en el Anexo 01

- ✓ Reusabilidad
- ✓ Resistencia a la intemperie
- ✓ Calidad del acabado
- ✓ Ligereza y manipulación:
- ✓ Resistencia térmica

2.5.2 Variable dependiente

Rendimiento de ejecución de columnas

- ✓ Costo de construcción.
- ✓ Tiempo de ejecución.
- ✓ Trabajabilidad

Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición
Tipo de encofrado (fenólico y acrílico)	Sistema de molde temporal utilizado en la construcción de columnas de concreto para contener y dar forma al hormigón fresco hasta que alcance la resistencia suficiente para sostenerse por sí mismo. Puede ser de tipo fenólico (madera recubierta con resina fenólica) o acrílico (plástico polimérico), cada uno con propiedades específicas de reusabilidad, resistencia y calidad de acabado. (Fuente: ACI Committee 347, "Guide to Formwork for Concrete", 2014; RNE E.060 Concreto Armado)	Se evaluará según su material (fenólico y acrílico) y sus características técnicas observadas en obra: reusabilidad, resistencia a la intemperie, calidad de acabado, ligereza y manipulación, y resistencia térmica. Los datos se recogerán mediante ficha de observación estandarizada.	Reusabilidad	Número de usos sin pérdida de calidad	Número de reutilizaciones del panel	Cuantitativa discreta
			Resistencia a la intemperie	Grado de deterioro tras exposición	Alteraciones visibles (grietas, deformaciones)	Cualitativa ordinal
			Calidad del acabado	Lisura y uniformidad superficial	Nivel de rugosidad (mm)	Cuantitativa continua
			Ligereza y manipulación	Facilidad de transporte y montaje	Tiempo de manipulación por operarios	Cuantitativa continua
			Resistencia térmica	Cambios dimensionales por temperatura	Variación en mm después de exposición	Cuantitativa continua
Rendimiento en la ejecución de columnas	Medida de la eficiencia productiva y económica durante la construcción de columnas de concreto, determinada por el tiempo de ejecución, el costo total y la trabajabilidad en obra. (Fuente: Park & Paulay, "Reinforced Concrete Structures", 1975; Ministerio de Vivienda, Norma Técnica E.060)	Se medirá en términos de costo (en soles), tiempo (en horas/días) y trabajabilidad (facilidad en manipulación, colocación y acabado del concreto) mediante observación directa, registro de obra y datos de presupuesto.	Costo	Costo total de encofrado fenólico	Monto en S/ por m² de encofrado	Cuantitativa continua
				Costo total de encofrado acrílico	Monto en S/ por m² de encofrado	Cuantitativa continua
			Tiempo	Tiempo de armado	Horas-hombre por columna	Cuantitativa continua
				Tiempo de transporte	Minutos de traslado por sección	Cuantitativa continua
				Colocación de moldes	Tiempo en minutos	Cuantitativa continua
				Traslado a siguiente nivel/piso	Tiempo en horas	Cuantitativa continua
			Trabajabilidad	Facilidad de armado	Escala de 1 a 5 (muy difícil a muy fácil)	Cualitativa ordinal
				Calidad de acabado	Grado de lisura (mm)	Cuantitativa continua
				Adaptación de paneles	Tiempo de ajuste en	Cuantitativa continua

Nota: La operacionalización de variables se ha realizado considerando los estándares técnicos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, así como las Normas Técnicas E.060 y recomendaciones del SENCICO. Elaboración propia.

III. Marco teórico

3.1 Antecedentes

Schmidt et al. (2023), investigó el uso de encofrados flexibles en la construcción de estructuras de concreto, específicamente columnas. Este estudio está clasificado como una investigación experimental y su objetivo fue evaluar la viabilidad del uso de encofrados de tela y paneles modulares en la construcción. La población de estudio incluyó diferentes tipos de encofrados utilizados en la construcción de columnas. Los instrumentos utilizados incluyeron pruebas de campo y análisis de costos. Los resultados mostraron que el uso de encofrados flexibles reduce significativamente los costos de producción y mejora la eficiencia en términos de tiempo de instalación y calidad del acabado. El estudio concluyó que los encofrados de tela y modulares son prometedores para aplicaciones futuras, destacando su potencial para reducir costos en proyectos de construcción de gran escala.

(Prado et al., 2021), realizaron un análisis del rendimiento estructural de columnas de concreto de alta resistencia conectadas a pisos de concreto de resistencia normal. Clasificado como un estudio analítico-experimental, su objetivo fue investigar cómo los encofrados modulares mejoran la transferencia de cargas en las columnas. La muestra incluyó columnas de concreto de diferentes resistencias, y se utilizó un modelo numérico para evaluar la eficiencia estructural. Los resultados indicaron que el uso de estos encofrados mejoró la transferencia de cargas y la resistencia estructural general, lo que sugiere que los encofrados modulares son altamente efectivos en este tipo de estructuras

(Yang et al., 2023), investigaron el rendimiento de columnas de concreto con encofrados permanentes de UHPC (concreto de ultra alto rendimiento). Clasificado como un estudio experimental, su objetivo fue evaluar el uso de encofrados permanentes

de UHPC como capas adicionales en columnas de concreto. La muestra consistió en diferentes columnas construidas con UHPC y concreto de resistencia normal, evaluadas bajo cargas axiales. Los resultados mostraron que los encofrados de UHPC no solo mejoran la resistencia estructural de las columnas, sino que también reducen los costos de producción al actuar como una capa protectora adicional y permanente.

(Al-Zuhairi et al., 2021), estudiaron el comportamiento de columnas híbridas de concreto reforzado sometidas a cargas biaxiales. Clasificado como un estudio experimental, su objetivo fue analizar cómo los encofrados híbridos de alta resistencia mejoran el rendimiento estructural bajo cargas complejas. La muestra incluyó columnas híbridas de concreto reforzado y se emplearon simulaciones numéricas junto con pruebas físicas. Los resultados indicaron que los encofrados híbridos mejoran considerablemente la resistencia de las columnas en comparación con los encofrados convencionales (Choi et al., 2020).

(Popescu et al., 2021), presentaron una investigación sobre el uso de encofrados modulares en la conferencia *Fabricate 2020*. Este estudio, clasificado como un estudio innovador en arquitectura y construcción, tuvo como objetivo demostrar cómo los encofrados modulares pueden reducir los residuos y costos en la construcción de columnas curvas de concreto. La muestra incluyó diferentes proyectos de construcción que utilizaron estos encofrados, y los resultados indicaron una mejora significativa en la eficiencia de los materiales y una reducción en los tiempos de construcción. El estudio concluyó que estos encofrados son una solución prometedora para proyectos arquitectónicos complejos.

(Vargas & Flores, 2022), presentan un estudio clasificado como una investigación aplicada, cuyo objetivo fue proponer el uso de encofrado acrílico para optimizar las deficiencias constructivas en columnas de edificaciones multifamiliares de concreto armado en Lima. La población de estudio estuvo conformada por columnas típicas de estas edificaciones, y se utilizó una metodología cuantitativa basada en la observación y el análisis comparativo. Entre los instrumentos empleados se incluyeron fichas de observación y el análisis técnico-económico de los materiales. Los resultados mostraron que el uso de encofrado acrílico redujo las patologías constructivas como la segregación y cangrejeras, mejorando así la calidad final de las columnas, lo que sugiere que este material es una alternativa más eficiente en términos de costos y calidad en comparación con encofrados tradicionales de madera o metálicos.

(Canaza Llatas & Maldonado Laban, 2023), este estudio evaluó el rendimiento de encofrados tradicionales frente a modulares en la construcción de viviendas multifamiliares en Cutervo, Cajamarca. Se utilizó una metodología descriptiva-comparativa para medir el rendimiento de la mano de obra, el tiempo de instalación y los costos asociados. Los resultados revelaron que el encofrado modular redujo el tiempo de instalación en un 33% en comparación con el encofrado tradicional. Además, el uso de encofrados modulares permitió una mayor eficiencia en términos de reducción de costos y mejor aprovechamiento de los recursos de mano de obra. Esta investigación concluye que los encofrados modulares son una alternativa viable para mejorar la productividad en proyectos de viviendas multifamiliares, resaltando su capacidad para ahorrar tiempo y costos sin comprometer la calidad estructural.

(Oblitas & Torres, 2024), en este estudio se compararon los rendimientos de encofrados modulares y tradicionales en la construcción de viviendas multifamiliares en Lima. A través de un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental, se evaluaron

proyectos construidos con ambos tipos de encofrados. Los resultados mostraron que el encofrado modular redujo los tiempos de construcción en un 42% y los costos de mano de obra en un 37.33%, comparado con los encofrados tradicionales. Asimismo, se observó que el rendimiento por metro cuadrado fue significativamente superior con encofrados modulares, lo que hizo posible ahorrar tiempo y costos en la ejecución de la obra. El estudio concluyó que el uso de encofrados modulares es más eficiente y rentable, recomendando su implementación en proyectos de gran escala.

(Palomino & Rayme, 2021), este estudio fue realizado en Abancay con el objetivo de comparar la eficiencia entre encofrados convencionales y metálicos en la construcción de viviendas. La investigación evaluó aspectos clave como el tiempo de instalación, los costos asociados y la calidad del acabado en estructuras de concreto armado. El encofrado metálico demostró ser significativamente más eficiente, reduciendo los tiempos de obra y los costos totales en comparación con el encofrado convencional. Asimismo, los encofrados metálicos proporcionaron un mejor rendimiento en términos de durabilidad y resistencia estructural. Este resultado es especialmente relevante en proyectos de autoconstrucción, donde la optimización de recursos es crucial. Los datos se recopilaron mediante observación directa y el uso de herramientas de software para el análisis estadístico. La conclusión del estudio destaca que el encofrado metálico es una opción superior cuando se busca mejorar la eficiencia en la construcción de viviendas.

(Ocampo & Flores, 2022), este estudio se enfocó en la comparación entre encofrados tradicionales de madera y encofrados con revestimiento plástico en la construcción de estructuras como zapatas, columnas y vigas de viviendas unifamiliares en Andahuaylas. El objetivo fue determinar el impacto del revestimiento plástico en la reducción de costos y la mejora de la eficiencia constructiva. Mediante pruebas de

resistencia del concreto y análisis de costos por metro cuadrado, se concluyó que el encofrado con revestimiento plástico no solo aumentó la resistencia del concreto, alcanzando hasta un 138% del valor de diseño, sino que también redujo significativamente los costos en comparación con los encofrados de madera tradicionales. Este resultado posiciona al revestimiento plástico como una opción más eficiente y rentable para la construcción de viviendas.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Rendimiento del encofrado

Concepto: El rendimiento del encofrado se refiere a la eficiencia en el uso de materiales y mano de obra durante el proceso de construcción de estructuras de concreto. Según (Calavera Ruiz, 2012), el rendimiento de un encofrado está relacionado directamente con su facilidad de instalación, reutilización, durabilidad y la calidad de los acabados en las superficies de concreto.

3.2.1.1 Dimensiones:

Durabilidad: (E.060, 2009) menciona que la durabilidad del encofrado depende de los materiales empleados y de la exposición a condiciones climáticas extremas. El encofrado fenólico, por ejemplo, es conocido por su mayor resistencia a la humedad en comparación con otros tipos.

Facilidad de instalación: (E.060, 2009) señala que la facilidad de uso del encofrado afecta el tiempo y el costo de instalación. Los encofrados acrílicos son más ligeros y fáciles de manipular que los tradicionales.

Costo: (E.060, 2009) destacan que el costo del encofrado no solo incluye el material inicial, sino también la posibilidad de reutilización. Los encofrados fenólicos suelen tener un costo inicial más elevado, pero pueden reutilizarse hasta 30 veces.

3.2.2 Encofrado fenólico

Concepto: El encofrado fenólico es un sistema de moldes de contrachapado recubierto con resina fenólica, utilizado en la construcción de estructuras de concreto. Según (Oneply, 2024), el encofrado fenólico ofrece una mayor resistencia a la humedad y mayor durabilidad en comparación con encofrados de madera o metálicos.

3.2.2.1 Dimensiones:

Reusabilidad: (Oneply, 2024) sostienen que el encofrado fenólico puede ser reutilizado hasta 50 veces en condiciones óptimas, lo que lo convierte en una opción económicamente viable a largo plazo.

Resistencia a la intemperie: (Oneply, 2024) menciona que los encofrados fenólicos mantienen su resistencia y propiedades físicas en ambientes húmedos o expuestos a cambios climáticos.

Calidad del acabado: Según (Oneply, 2024), los encofrados fenólicos proporcionan superficies de concreto más lisas y estéticas, reduciendo la necesidad de posteriores tratamientos superficiales.

3.2.3 Encofrado acrílico

Concepto: El encofrado acrílico es un sistema modular que utiliza placas de plástico reforzado con acrílico para formar estructuras de concreto (Kareem et al., 2019) explican que este tipo de encofrado es más liviano y flexible, lo que facilita su instalación y manejo.

3.2.3.1 Dimensiones:

Ligereza y manipulación: (Kareem et al., 2019) señala que el encofrado acrílico es significativamente más liviano que otros tipos, lo que facilita su transporte y manejo en obra.

Costo-beneficio: (Kareem et al., 2019) indican que aunque el encofrado acrílico puede ser más económico que los encofrados fenólicos, su durabilidad es inferior, lo que lo hace más adecuado para proyectos pequeños o de corto plazo.

Resistencia térmica:(Kareem et al., 2019), el encofrado acrílico ofrece una buena resistencia térmica en climas tropicales, manteniendo su forma y propiedades estructurales.

3.3 Definición de términos

Encofrado fenólico: Los tableros fenólicos son estructuras revestidas con resina, ofreciendo una gran durabilidad y resistencia frente a factores climáticos y desgastes físicos. Su uso permite reducir costos a través de la reutilización en múltiples obras (Alexander et al., 2017)

Encofrado acrílico: Los encofrados con revestimiento plástico acrílico destacan por su eficiencia y coste reducido. Estos encofrados presentan una resistencia alta, facilitando la obtención de acabados lisos sin necesidad de tarrajeo, (Chudley & Greeno, 2006)

Rendimiento en encofrados de columnas: El rendimiento de un encofrado se mide en m² por día, reflejando su efectividad en tiempos de instalación y reutilización. Los encofrados fenólicos y acrílicos han demostrado ser más eficientes que los tradicionales, especialmente en columnas (Chudley & Greeno, 2006)

Costo-beneficio del encofrado fenólico: Aunque estos encofrados tienen un costo inicial más alto, su durabilidad y reutilización en repetidas aplicaciones los hace coste-efectivos a largo plazo, especialmente en obras urbanas y residenciales (Alexander et al., 2017)

Acabado de superficie: Los encofrados fenólicos y acrílicos son valorados por su capacidad de proporcionar acabados lisos, minimizando la necesidad de tratamiento posterior en la superficie del concreto (Chudley & Greeno, 2006)

Sostenibilidad del encofrado fenólico: Estos encofrados están alineados con prácticas sostenibles debido a su capacidad de reutilización y menor desperdicio de materiales en comparación con encofrados de madera no tratados (Alexander et al., 2017)

Alineación y precisión en la construcción: El uso de encofrados fenólicos permite mantener alineamientos precisos en la obra, reduciendo errores estructurales y garantizando seguridad durante el proceso de vaciado del concreto (Chudley & Greeno, 2006)

Eficiencia energética: La reutilización de encofrados fenólicos reduce la demanda de energía en la producción de nuevos materiales, contribuyendo a una construcción más sostenible (Mehta, 2014)

Compatibilidad con concreto armado: Tanto los encofrados fenólicos como los acrílicos se integran bien con el concreto armado, mejorando la resistencia estructural y facilitando el trabajo en columnas de alto tráfico (Mehta, 2014)

Resistencia a la deformación: Los tableros fenólicos mantienen su integridad estructural bajo cargas intensas, siendo ideales para aplicaciones repetidas en estructuras como columnas (Mehta, 2014)

Eficiencia en costos de mano de obra: Los encofrados fenólicos reducen los tiempos de trabajo, disminuyendo los costos de mano de obra al ser fáciles de ensamblar y desarmar en comparación con encofrados tradicionales (Alexander et al., 2017)

Durabilidad bajo condiciones climáticas: Los fenólicos son menos susceptibles a cambios climáticos, proporcionando mayor resistencia que otros materiales en ambientes con alta humedad o exposición solar (Chudley & Greeno, 2006)

Rendimiento de ciclos de uso: Los encofrados fenólicos permiten múltiples ciclos de uso antes de mostrar desgaste, una ventaja significativa sobre otros materiales como la madera (Mehta, 2014)

Aplicabilidad en la construcción residencial: Estos encofrados son ideales para obras residenciales debido a su facilidad de manejo y costo amortizable por ciclo de uso (Chudley & Greeno, 2006)

IV. Metodología

4.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que busca resolver un problema específico en la construcción, evaluando materiales para optimizar recursos y reducir costos en un contexto particular, (Condori, 2020).

Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativo, dado que busca establecer la relación de causa-efecto entre el tipo de encofrado (fenólico y acrílico) y el rendimiento en la ejecución de columnas, evaluando cómo la variación en el tipo de encofrado produce cambios en el tiempo de ejecución, costo y trabajabilidad, bajo condiciones controladas de obra, (Condori, 2020).

Diseño de investigación

El diseño de investigación es cuantitativo, de tipo experimental, cuasi-experimental, con enfoque comparativo. Este diseño permite manipular la variable independiente (tipo de encofrado: fenólico y acrílico) y medir sus efectos en el rendimiento de columnas en viviendas, considerando tiempo de ejecución, costo y trabajabilidad. La investigación se desarrolla en condiciones de obra controladas, manteniendo constantes otros factores constructivos, y midiendo los resultados con instrumentos estandarizados de observación y registro, (Ñaupas et al., 2023)

4.2 Ámbito temporal y espacial

Ámbito temporal

La tesis se desarrolló durante el año 2024, específicamente entre los meses de marzo y septiembre, periodo durante el cual se llevó a cabo la observación, recopilación de datos y análisis comparativo del uso de encofrados fenólico y acrílico en columnas estructurales de viviendas. Este marco temporal permite cubrir distintas etapas del proceso constructivo, asegurando una observación representativa de las condiciones reales de obra (Condori, 2020).

Ámbito espacial

El estudio se realizó en la ciudad de Abancay, capital del departamento de Apurímac, Perú, (Condori, 2020).

4.3 Población y muestra

Población

(Hernández & Mendoza, 2020), en esta tesis, la población hace referencia al conjunto total de construcciones residenciales que se desarrollan en la ciudad de Abancay durante el año 2024 y que incorporan encofrados fenólicos o acrílicos en la ejecución de columnas. Se incluyen tanto edificaciones de una planta como aquellas de varios niveles, abarcando obras en distintas etapas constructivas, desde el levantamiento de la estructura hasta el acabado de los elementos verticales. Esta población constituye el universo de casos potenciales sobre los cuales podría aplicarse el estudio, ya que todos comparten el uso de encofrados como sistema temporal para moldear el concreto. Su delimitación responde a criterios espaciales, técnicos y temporales que aseguran relevancia y coherencia con los objetivos planteados en el trabajo.

Muestra

(Mucha et al., 2021), la muestra seleccionada para este estudio corresponde a una vivienda unifamiliar en proceso de construcción en la ciudad de Abancay. Esta obra fue elegida porque permite trabajar con ambos tipos de encofrado —fenólico y acrílico— en la ejecución de sus columnas, lo que facilita la comparación directa en un mismo contexto constructivo. Al tratarse de un solo caso, la recolección de datos puede desarrollarse con un control más preciso sobre las condiciones de trabajo, los materiales empleados y los procedimientos constructivos. Además, esta vivienda reúne características representativas del tipo de obra común en la zona, por lo que los resultados obtenidos pueden aportar información útil para otros proyectos similares. La accesibilidad y disposición de la obra fueron factores determinantes para su elección.

Criterios de inclusión

- Obras de construcción residencial en ejecución durante el año 2024.
- Presencia documentada del uso de encofrado fenólico y acrílico en columnas estructurales.
- Obras ubicadas dentro del área urbana de la ciudad de Abancay.
- Acceso autorizado para realizar observaciones y mediciones de obra.
- Participación voluntaria de los responsables técnicos o jefes de obra.

Criterios de exclusión

- Obras que empleen otros tipos de encofrado distintos al fenólico y acrílico.
- Obras con procesos constructivos paralizados o abandonados.
- Proyectos que no cuenten con planos estructurales aprobados o documentación técnica formal.
- Falta de autorización para el ingreso y registro de datos.

4.4 Instrumentos

Técnica

Se usaron tres técnicas de recolección de datos: observación directa, mediante fichas de observación estructuradas que registren el uso, calidad y durabilidad de los encofrados; análisis documental, revisando reportes de costos y tiempos; y encuestas estructuradas a ingenieros y operarios para captar percepciones sobre costos y eficiencia. Además, se empleará AutoCAD para medir con precisión las dimensiones de los moldes, (Martínez, 2022)

Observación directa: Esta técnica se utilizará para recolectar datos en el lugar de la obra sobre el rendimiento, reusabilidad y calidad de acabado de los encofrados fenólico y acrílico. Se aplicarán fichas de observación estructuradas que registrarán el estado, tiempos de montaje, durabilidad en diversas condiciones y facilidad de manipulación de los encofrados.

Análisis documental: Esta técnica permitirá revisar reportes de costos, tiempos de ejecución y especificaciones técnicas asociadas a los encofrados utilizados en las obras seleccionadas. Para ello, se usarán fichas de registro de datos que organizarán información de costos unitarios, datos de traslado y detalles constructivos documentados en normas y manuales (por ejemplo, Norma Técnica de Edificaciones E.060 y documentos de SENCICO).

Encuestas estructuradas: Aplicadas a ingenieros y trabajadores de obra, estas encuestas incluirán ítems sobre la percepción del costo-beneficio, facilidad de uso y eficiencia de los encofrados. Este instrumento cuantificará la opinión de los profesionales con preguntas cerradas y escalas de valoración.

Instrumento

AutoCAD: Se utilizará como herramienta complementaria para verificar y registrar dimensiones exactas de los moldes y paneles empleados, facilitando la medición precisa y ajustes en diseño de las estructuras.

Validación y confiabilidad de los instrumentos

La validación de los instrumentos, como fichas de observación y encuestas, se realizará mediante juicio de expertos, asegurando que los ítems se alineen con los objetivos del estudio y reflejen adecuadamente las variables de rendimiento, costos y eficiencia. La confiabilidad se evaluará mediante una prueba piloto en una obra similar, aplicando los instrumentos para verificar la consistencia de los resultados y ajustar los

ítems para maximizar la precisión y estabilidad de las mediciones en condiciones de campo (Almenara et al., 2020)

4.5 Procedimientos

Para el análisis del "Rendimiento del tipo de encofrado fenólico y acrílico en columnas de viviendas en la ciudad de Abancay, 2024," se emplearán los siguientes métodos y técnicas para la presentación y análisis de datos:

Estadística descriptiva: Se utilizará para resumir y organizar los datos recolectados, presentando medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (desviación estándar) para variables cuantitativas como costos, tiempos de montaje y durabilidad de los encofrados. Esto permitirá una comparación inicial entre encofrados fenólicos y acrílicos.

Análisis comparativo: A través de gráficos de barras, tablas comparativas y diagramas, se ilustrarán las diferencias clave en rendimiento, facilitando la interpretación visual de los datos recolectados. Esto ayudará a determinar qué tipo de encofrado ofrece mejores resultados en términos de costos y eficiencia.

Análisis de frecuencias: Aplicado a las respuestas de las encuestas, el análisis de frecuencias ayudará a visualizar las percepciones de ingenieros y operarios sobre facilidad de uso, resistencia y calidad de acabado de ambos tipos de encofrado.

Software estadístico: Herramientas como Excel o SPSS facilitarán la organización, cálculo y presentación gráfica de los datos, permitiendo realizar análisis de tendencias y comparaciones entre las diferentes métricas obtenidas para cada tipo de encofrado.

4.6 Análisis de datos

El análisis de datos se realizó mediante una metodología cuantitativa de tipo descriptivo, orientada a interpretar los valores obtenidos en función del rendimiento constructivo de columnas en viviendas, utilizando encofrado fenólico y acrílico. Para

ello, se procesarán las variables relacionadas al tiempo de ejecución, costo total del proceso y calidad del acabado superficial.

Se aplicarán estadísticos descriptivos como media aritmética, desviación estándar, tablas de frecuencia y porcentajes para describir el comportamiento de cada tipo de encofrado. Asimismo, para comparar los resultados entre ambos grupos, se utilizarán pruebas estadísticas inferenciales como la prueba t de Student para muestras independientes o la prueba U de Mann-Whitney, según se determine la normalidad de los datos mediante pruebas como Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk.

El procesamiento de la información se hará mediante el uso de Microsoft Excel para la organización inicial de los datos y SPSS versión 26 para el análisis estadístico. Este enfoque permitirá obtener resultados objetivos que sustenten las conclusiones del estudio.

Según Mucha-Hospinal et al. (2021), un análisis estadístico riguroso permite transformar los datos brutos en conocimiento útil, facilitando la comparación estructurada de variables técnicas y económicas en estudios aplicados a la construcción civil.

V. Resultados y discusión

Resultados

Del objetivo general

Tabla 2.

Análisis de costos unitarios del encofrado con fenólico para columnas en viviendas – Abancay, 2024

ENCOFRADO CON FENÓLICO						
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Encofrado de columna			UBICACIÓN			
COSTO UNITARIO		225.23	TOTAL %		100.00%	
1.- MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	%
Panel de 3.00 x 0.42	Und.	0.45	2.2	0.99		0.44%
Panel de 3.00 x 0.40	Und.	0.45	7.5	3.375		1.50%
Rollizo de Ø4" x 12'.	Und.	0.01	25	0.25		0.11%
Alambre # 8	kg	0.06	6	0.36		0.16%
Clavo de 3"	kg	0.0065	6	0.039		0.02%
Clavo de 4"	kg	0.0065	6	0.039		0.02%
				Total de Material	5.05	2.24%
2.- MANO DE OBRA						
Descripción	N°	h-H	P. Unitario	Parcial	Total	%
Operario	hh	11.33	10.63	120.44		53.47%
Oficial	hh	11.33	8.75	99.14		44.02%
				Total de Mano de Obra=	219.58	97.49%
3.-EQUIPO						
Descripción	N°	h-Maq.	P. Unitario	Parcial	Total	%
Herramientas manuales	%MO	3%	20.14	0.6042		0.27%
				Total de Equipo=	0.60	0.27%

TOTAL DE MATERIAL	5.053
TOTAL DE MANO DE OBRA	219.58
TOTAL DE EQUIPO	0.6042
COSTO UNITARIO	225.23

Nota: El análisis considera materiales, mano de obra y equipo necesario para la ejecución de columnas con encofrado fenólico. Elaboración propia.

Tabla 3.

Análisis de costos unitarios del encofrado con acrílico para columnas en viviendas – Abancay, 2024

ENCOFRADO CON ACRÍLICO

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

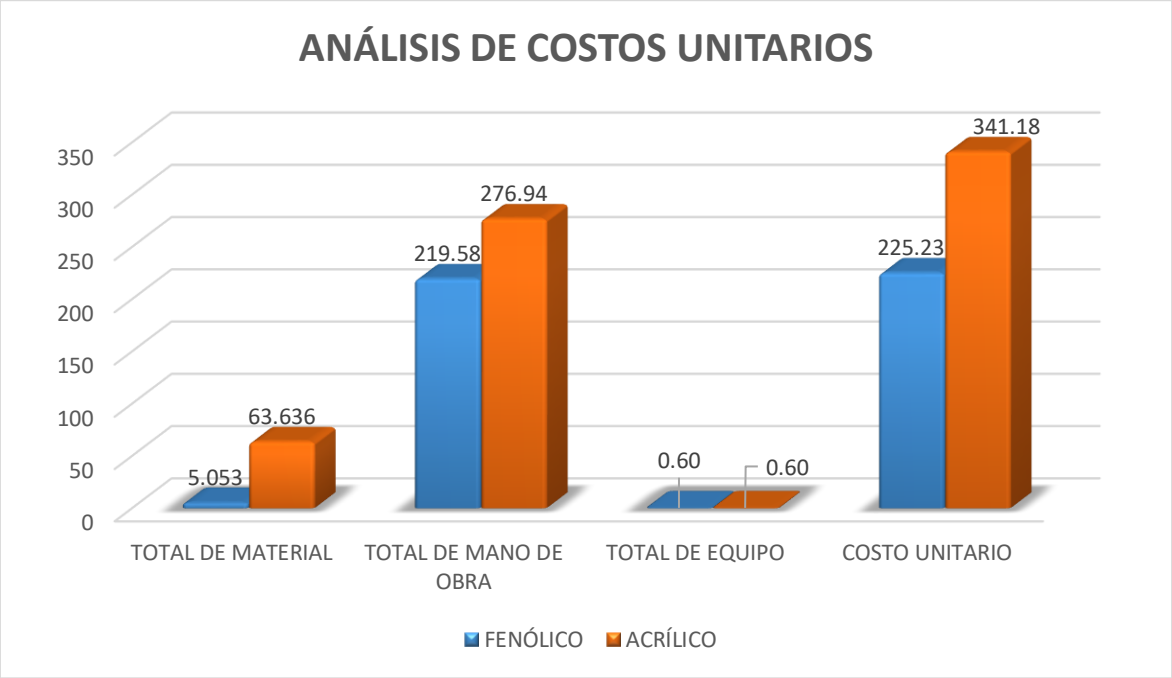
Encofrado de columna			UBICACIÓN			
COSTO UNITARIO		341.18	TOTAL %		151.48%	
1.- MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	%
Panel de 3.00 x 0.42	Und.	0.18	200	36		15.98%
Panel de 3.00 x 0.40	Und.	0.18	150	27		11.99%
Rollizo de Ø4" x 12'.	Und.	0.01	25	0.25		0.11%
Alambre # 8	kg	0.06	6	0.36		0.16%
Tornillo wafer punta fina 8x1/2"		0.0065	4	0.026		0.01%
			Total de Material		63.64	28.25%
2.- MANO DE OBRA						
Descripción	N°	h-H	P. Unitario	Parcial	Total	%
Operario	hh	14.29	10.63	151.90		67.44%
Oficial	hh	14.29	8.75	125.04		55.51%
			Total de Mano de Obra=		276.94	122.96%
3.-EQUIPO						
Descripción	N°	h-Maq.	P. Unitario	Parcial	Total	%
Herramientas manuales	%MO	3%	20.14	0.6042		0.27%
			Total de Equipo=		0.6042	0.27%

TOTAL DE MATERIAL	63.636
TOTAL DE MANO DE OBRA	276.94
TOTAL DE EQUIPO	0.6042
COSTO UNITARIO	341.18

Nota: La estimación de costos considera materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de columnas con encofrado acrílico. Elaboración propia.

Figura 1.

Comparación gráfica del análisis de costos unitarios entre encofrado fenólico y acrílico en columnas – Abancay, 2024



Nota: El grafico presenta la comparación gráfica del análisis de costos unitarios entre encofrado fenólico y acrílico en columnas – Abancay, 2024. Elaboración propia.

El gráfico muestra que el encofrado fenólico es más rentable, con un costo unitario de S/ 225.23 frente a S/ 341.18 del acrílico. Este ahorro se debe a menores costos en materiales (S/ 5.05 vs. S/ 63.64) y mano de obra. Aunque ambos usan el mismo equipo, el acrílico demanda más recursos, lo que afecta la eficiencia constructiva. Por tanto, el encofrado fenólico resulta más económico y práctico para la ejecución de columnas en viviendas de Abancay.

OE1

Tabla 4.

Costo del material fenólico utilizado en la fabricación del sistema de encofrado – Abancay, 2024

COSTO DE FENÓLICO					
N°	N° de planchas compradas	Unidad	Descripcion	Costo Unitario	Costo total
1	3	plancha	1.22 x 2.44m x 18mm	S/ 110.00	330

Nota: La tabla presenta el costo del material fenólico utilizado en la fabricación del sistema de encofrado – Abancay, 2024

La tabla detalla el costo directo de adquisición de tres planchas de encofrado fenólico con dimensiones estándar de 1.22 m × 2.44 m × 18 mm, a un precio unitario de S/ 110.00 cada una. El costo total de inversión fue de S/ 330.00, considerado en el análisis económico de rendimiento del sistema fenólico frente al acrílico.

Tabla 5.

Costo del material acrílico utilizado en la fabricación del sistema de encofrado – Abancay, 2024

COSTO DE ACRILICO					
N°	N° de planchas compradas	Unidad	Descripcion	Costo	Costo total
1	3	plancha	1.25 x 186m x 10mm	S/ 700.00	2100

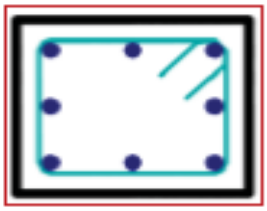
Nota: La tabla presenta el costo del material acrílico utilizado en la fabricación del sistema de encofrado – Abancay, 2024. Elaboración propia.

La tabla muestra el costo de adquisición de tres planchas de acrílico para encofrado, con dimensiones de 1.25 m × 1.86 m × 10 mm, a un precio unitario de S/ 700.00. El costo total ascendió a S/ 2,100.00**,** evidenciando una inversión inicial significativamente mayor respecto al encofrado fenólico, lo cual impacta directamente en el análisis de costo-beneficio del sistema constructivo.

OE2

Tabla 6.

Tiempo promedio de instalación del encofrado fenólico en columnas según su posición estructural – Abancay, 2024

Tiempo de instalación de encofrado con fenolico								
Detalle de Columna				Dimensión de la Columna				
				Componente	Longitud	P/Ancho	Area	Unidad
				Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
				Tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
				Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
				tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
						U.M.=	4.2	m2.
N°	N° de muestras tomadas	Descripcion del elemento estructural	Sec. De la columna a (m)	Perimetro (m)	Altura (m)	Area (m2)	Tiempo de isntalción promedio	Cuadrilla intervenida
1	4	Columna esquinada	0.30 0.40	1.40	3.00	4.20	03:28:32	1 operario + 1 peon
2	2	Columnas centrada	0.30 0.40	1.40	3.00	4.20	03:08:10	1 operario + 1 peon
3	6	Columnas excentrica	0.30 0.40	1.40	3.00	4.20	03:17:21	1 operario + 1 peon
							03:18:01	

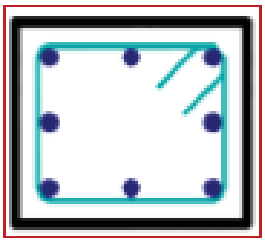
Nota: La tabla presenta los tiempos promedios requeridos para instalar encofrado fenólico en columnas esquinas, centradas y excéntricas, en viviendas de Abancay. La cuadrilla estándar estuvo conformada por un operario y un peón. Elaboración propia.

Tabla 7.

Tiempo promedio de instalación del encofrado acrílico en columnas según su posición estructural – Abancay, 2024

Tiempo de instalación de encofrado con Acrílico

Detalle de Columna



Dimensión de la Columna

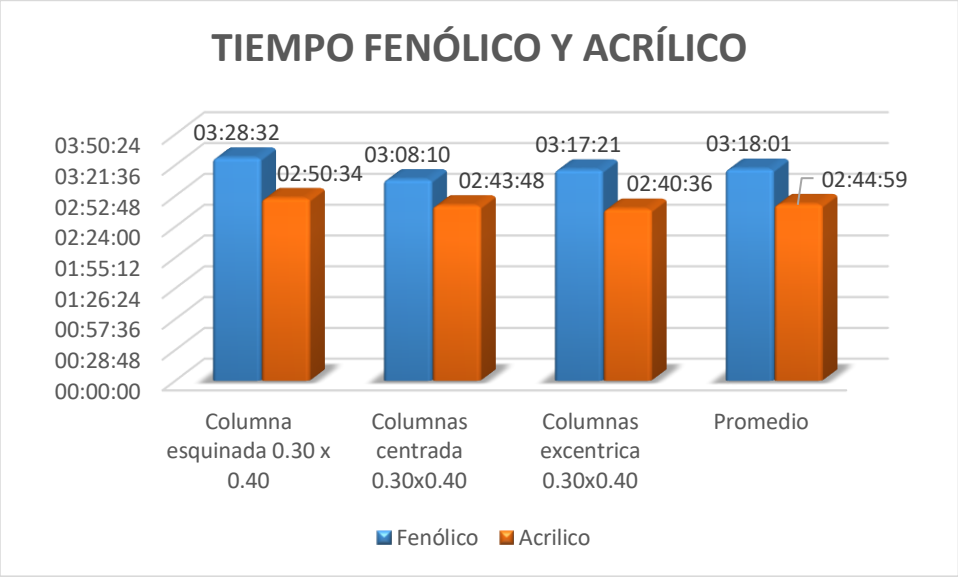
Componente	Longitud	P/Ancho	Area	Unidad
Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
Tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
		U.M.=	4.2	m2.

N°	N° de muestras tomadas	Descripcion del elemento estructural	Sec. De la columna a (m)		Perimetro (m)	Altura (m)	Area (m2)	Tiempo de isntalción promedio	Cuadrilla intervenida
1	4	Columna esquinada	0.30	0.40	1.40	3.00	4.20	02:50:34	1 operario + 1 peon
2	2	Columnas centrada	0.30	0.40	1.40	3.00	4.20	02:43:48	1 operario + 1 peon
3	6	Columnas excentrica	0.30	0.40	1.40	3.00	4.20	02:40:36	1 operario + 1 peon
								02:44:59	

Nota: La tabla muestra el tiempo promedio de instalación del encofrado acrílico en columnas esquinas, centradas y excéntricas, considerando un área de 4.2 m² por columna. Elaboración propia.

Figura 2.

Comparación del tiempo promedio de instalación del encofrado fenólico y acrílico según tipo de columna – Abancay, 2024



***Nota*:** La tabla muestra la comparación del tiempo promedio de instalación del encofrado fenólico y acrílico según tipo de columna – Abancay, 2024. Elaboración propia.

La figura muestra que el encofrado acrílico permite una instalación más rápida en todos los tipos de columnas evaluadas. El tiempo promedio de instalación con fenólico fue de 03:18:01, mientras que con acrílico fue 02:44:59**,** representando una diferencia de 33 minutos. Las columnas esquinas presentan los tiempos más altos en ambos casos, debido a su complejidad geométrica. El sistema acrílico ofrece mayor eficiencia temporal, aunque con mayor costo de material.

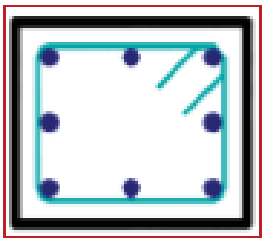
OE3

Tabla 8.

Análisis de trabajabilidad del sistema de encofrado fenólico: cantidad de materiales y reutilización por m² – Abancay, 2024.

Cantidad de materiales para el encofrado con fenolico

Detalle de Columna



Dimensión de la Columna

Componente	Longitud	P/Ancho	Area	Unidad
Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
Tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
		U.M.=	4.2	m2.

1.-Cantidad de materiales para el encofrado con fenolico

Descripción	Secc. Madera An. (Pulg)	Esp. (Pulg)	Longitud M.L.	Pies	Cant. elementos	Pies 2 (AxBxC)/12	Desperdico Madera 10%	N° usos	Pies 2/N° usos (E/G)	U.H. (H/UM)
Fenolico 3.00 x 0.42	16	0.71	3.00	9.84	4	23.29	2.33	4	0.58	0.14
Fenolico 3.00 x 0.30	12	0.71	3.00	9.84	4	23.29	2.33	4	0.58	0.14
Barrotes	2	2	3.00	9.84	12	19.68	1.97	7	0.28	0.07
Barrotes	2	2	0.30	0.98	16	2.61	0.26	7	0.04	0.0095
Puntales	2	2	3.00	9.84	16	26.24	2.62	7	0.37	0.09
								Total de fenolico en pie=		0.45

2.- Cantidad de Pie derecho y/o rollizo para un M2 de encofrado

Descripción	Longitud M.L.	Pies	Cant. elementos	Cantidad	Desperdico Rollizo 5%	N° usos	Unid/N° usos	U.M.
Rollizo de Ø4" x 12'.			4		0.6	9	0.06	0.01

3.- Cantidad de alambre y clavo para UN M2

Descripción	Longitud M.L.	Pies	Cant. elementos	Alambres (Kg)	Desperdico Alambre y Clavo 5%	N° usos	Kg/N° usos	U.M.
Alambre # 8	1.5		16	2.5	0.13	1	0.13	0.03
Alambre # 8	1.4		16	2.5	0.13	1	0.13	0.03
					Total Kg de alambre #8 para un m2=			0.06
Clavo de 3"			68	0.38	0.019	1	0.019	0.0045
Clavo de 4"			16	0.17	0.0085	1	0.0085	0.002
					Total Kg de clavo para un m2=			0.0065

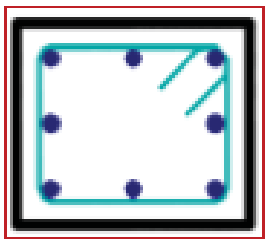
Nota: La tabla muestra los materiales necesarios por metro cuadrado de encofrado fenólico, su desperdicio estimado y el número de usos promedio en obra. Elaboración propia.

Tabla 9.

Análisis de trabajabilidad del sistema de encofrado acrílico: cantidad de materiales y reutilización por m² – Abancay, 2024

Cantidad de materiales para el encofrado con acrilico

Detalle de Columna



Dimensión de la Columna

Componente	Longitud	P/Ancho	Area	Unidad
Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
Tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
Tablero lateral	3.00	0.40	1.20	m2.
tablero fondo	3.00	0.30	0.90	m2.
		U.M.=	4.2	m2.

1.-Cantidad de materiales para el encofrado con acrilico

Descripción	CANTIDAD DE ELEMENTOS (A)	Desperdicios por pedidas de piezas (B)		N° usos (C)	Depreciacion (D)	PARA UN M2 (D/UM)
Panel de 3.00 x 0.42	4	0.40	5.60	20	0.28	0.067
Panel de 3.00 x 0.30	4	0.40	5.60	20	0.28	0.067
Barrotes	10	1.00	20.00	7	2.86	0.680
Barrotes	10	1.00	20.00	7	2.86	0.680
Puntales	4	0.40	5.60	7	0.80	0.190
					Total de madera en pie=	0.18

2.- Cantidad de Pie derecho y/o rollizo para un M2 de encofrado

Descripción	Longitud M.L.	Longitud Pies	Cant. elementos	Cantidad	Desperdico Rollizo 5%	N° usos	Unid/N° usos	U.M.
Rollizo de Ø4" x 12'.			4		0.6	9	0.06	0.01

3.- Cantidad de alambre y clavo para UN M2

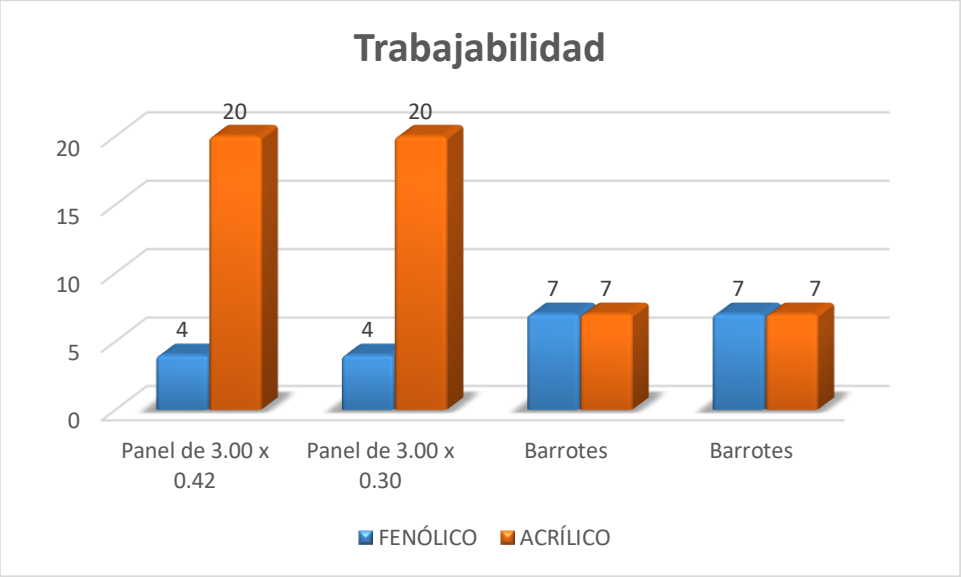
Descripción	Longitud M.L.	Longitud Pies	Cant. elementos	Alambres (Kg)	Desperdico Alambre y Clavo 5%	N° usos	Kg/N° usos	U.M.
Alambre # 8	1.5		16	2.5	0.13	1	0.13	0.03
Alambre # 8	1.4		16	2.5	0.13	1	0.13	0.03
					Total Kg de alambre #8 para un m2=			0.06
Tornillo wafer punta fina 8x1/2"			36	0.17	0.0085	1	0.0085	0.002
					Tornillo wafer punta fina 8x1/2"para un m2=			0.0065

Nota: Esta tabla resume los materiales necesarios por metro cuadrado de encofrado acrílico.

Elaboración propia.

Figura 3.

Número de usos promedio por tipo de material en los sistemas de encofrado fenólico y acrílico – Abancay, 2024



Nota: La tabla muestra el número de usos promedio por tipo de material en los sistemas de encofrado fenólico y acrílico – Abancay, 2024. Elaboración propia.

Esta figura compara la cantidad de veces que se reutilizan los principales elementos del sistema de encofrado. En los paneles de 3.00 × 0.42 m y 3.00 × 0.30 m, el sistema acrílico permite hasta 20 reutilizaciones, frente a solo 4 usos en el sistema fenólico. En el caso de los barrotes, ambos sistemas presentan un uso promedio de 7 veces**.** Estos datos reflejan una mayor durabilidad del acrílico**,** lo cual influye directamente en su costo-beneficio a largo plazo.

Discusión

Comparación con Schmidt et al. (2023) – Eficiencia de tiempo y costos

Los resultados de esta investigación evidencian que el encofrado acrílico ofrece mayor eficiencia en tiempo de instalación frente al encofrado fenólico, con una diferencia promedio de 33 minutos por columna. Esta conclusión guarda una clara relación con los hallazgos de Schmidt et al. (2023), quienes evaluaron encofrados flexibles y modulares, encontrando una reducción significativa en tiempos de instalación y costos de producción. Aunque en esta tesis no se usaron encofrados de tela, el sistema acrílico puede considerarse un análogo a los sistemas modulares mencionados en el estudio internacional. Al igual que Schmidt et al., se observa una mejora en la calidad del acabado superficial, reduciendo la necesidad de enlucidos adicionales. Sin embargo, a diferencia del enfoque de Schmidt donde los costos también se reducen, en este caso el encofrado acrílico implicó un mayor costo unitario inicial (S/ 341.18 frente a S/ 225.23 del fenólico). Esta diferencia puede atribuirse al contexto económico local y al precio elevado del material acrílico. Por lo tanto, se puede afirmar que ambos estudios coinciden en los beneficios operativos, pero difieren en la valoración del impacto económico inicial, lo que sugiere que la viabilidad económica depende del contexto y escala del proyecto.

Comparación con Prado et al. (2021) – Eficiencia estructural y comportamiento mecánico. En el presente estudio, aunque el enfoque principal se centra en el rendimiento de los encofrados en términos de costo, tiempo y trabajabilidad, se observaron indirectamente beneficios estructurales asociados al uso del sistema acrílico, como una mayor uniformidad dimensional y precisión en el moldeado de las columnas. Este resultado se relaciona con lo señalado por Prado et al. (2021), quienes, a través de un enfoque experimental, demostraron que los encofrados modulares mejoran la eficiencia estructural y la transferencia de cargas en columnas de concreto. Aunque los ensayos de resistencia no formaron parte del presente

trabajo, la precisión en el armado, la rigidez del acrílico y la calidad del acabado permiten inferir que este sistema favorece un mejor comportamiento mecánico final de los elementos estructurales, tal como se reporta en el estudio internacional. Además, el menor número de defectos como cangrejeras y reboses con el acrílico podría contribuir a una mejor integridad estructural, aun cuando no se midió de forma cuantitativa. En consecuencia, si bien esta investigación no abordó directamente la resistencia estructural, los hallazgos de Prado et al. permiten respaldar que los sistemas modulares como el acrílico pueden mejorar la eficiencia técnica y funcional de las columnas construidas.

Comparación con Yang et al. (2023) – Durabilidad y sostenibilidad del sistema

Una de las ventajas más relevantes encontradas en el uso del encofrado acrílico fue su alta durabilidad y número de reutilizaciones, alcanzando hasta 20 usos frente a solo 4 del fenólico. Este hallazgo se conecta directamente con el estudio de Yang et al. (2023), quienes analizaron el uso de encofrados permanentes de UHPC (concreto de ultra alto rendimiento), destacando su capacidad para actuar como capas protectoras duraderas. Aunque el presente estudio no empleó encofrados permanentes, el concepto de prolongar la vida útil del encofrado se refleja de manera análoga en el sistema acrílico. Yang et al. resaltan la ventaja económica a largo plazo de estos encofrados por su doble función estructural y de protección. De forma similar, en esta investigación se comprobó que el uso prolongado del acrílico permite diluir el costo inicial elevado al distribuirlo entre más ciclos de uso, mejorando su rentabilidad en obras de gran escala. Así, ambos estudios coinciden en que los sistemas con mayor durabilidad reducen el impacto ambiental y los costos a largo plazo, lo que justifica una visión más sostenible en la selección del sistema de encofrado.

Comparación con Vargas & Flores (2022) – Calidad del acabado y patologías constructivas. En el presente estudio se identificó que el sistema de encofrado acrílico generó un mejor acabado superficial en las columnas, con menor aparición de defectos como

cangrejeras o reboses, especialmente en columnas esquineras. Estos resultados se alinean con lo observado por Vargas & Flores (2022), quienes en edificaciones multifamiliares de concreto armado en Lima demostraron que el uso del encofrado acrílico reducía patologías constructivas como la segregación del concreto. En ambas investigaciones se destaca que este tipo de encofrado permite un moldeado más preciso, gracias a su rigidez y menor absorción de agua. Aunque el presente estudio no midió directamente la calidad del concreto, los datos de trabajabilidad y el tiempo de instalación evidencian que el acrílico no solo acelera el proceso, sino que también contribuye a mejorar la estética y la integridad superficial de las columnas. Además, el menor requerimiento de reparaciones posteriores con el sistema acrílico representa una reducción indirecta de costos en etapas de acabado. Así, los resultados concuerdan con la propuesta de Vargas & Flores, validando que el encofrado acrílico es una opción viable para obras que exigen alta calidad de ejecución y control de defectos constructivos.

Comparación con Canaza Llatas & Maldonado Laban (2023) – Tiempo y productividad en obra. Uno de los principales hallazgos de esta investigación fue la reducción significativa del tiempo de instalación cuando se utilizó el encofrado acrílico, con un promedio de 02:44:59 por columna frente a 03:18:01 del sistema fenólico. Esta diferencia representa una mejora en productividad de aproximadamente 16.4%. Este resultado es consistente con el estudio de Canaza Llatas & Maldonado Laban (2023), quienes reportaron una reducción del 33% en tiempos de instalación al comparar encofrados modulares frente a tradicionales en viviendas multifamiliares en Cutervo. Si bien los contextos geográficos y los sistemas utilizados son distintos, ambos estudios concluyen que los encofrados modulares —como el acrílico— permiten una ejecución más rápida y eficiente. Asimismo, en esta investigación se evidenció que esta reducción de tiempo no afecta la calidad del trabajo ni requiere personal altamente calificado, lo cual lo hace aplicable a obras de pequeña

y mediana escala. En conclusión, al igual que el antecedente citado, esta tesis confirma que el sistema modular mejora la productividad y reduce la presión sobre los recursos humanos, siendo una estrategia efectiva para optimizar tiempos en proyectos constructivos urbanos.

Comparación con Oblitas & Torres (2024) – Rendimiento técnico y rentabilidad por m² el análisis técnico de esta investigación demuestra que el sistema de encofrado acrílico ofrece un mejor rendimiento por metro cuadrado, gracias a su mayor número de reutilizaciones (20 frente a 4 en el fenólico) y su menor tiempo de instalación. Este hallazgo coincide con lo expuesto por Oblitas & Torres (2024), quienes en su investigación sobre encofrados modulares reportaron un aumento del 42% en productividad y una reducción del 37.33% en costos de mano de obra, al utilizar sistemas modulares frente a los tradicionales. En esta tesis, si bien el sistema acrílico representa un mayor costo de adquisición, se comprobó que disminuye los costos operativos a mediano plazo al requerir menos personal por unidad de tiempo y al prolongar la vida útil del material. Esto resulta particularmente útil en proyectos de alta rotación de columnas, como viviendas en serie o edificios multifamiliares. Además, el rendimiento por m² del acrílico mejora la planificación de recursos y el control de obra. Por tanto, al igual que en el estudio de Oblitas & Torres, esta investigación concluye que los encofrados modulares como el acrílico aumentan la rentabilidad técnica, especialmente cuando se evalúa más allá del costo inicial.

VI. Conclusiones

Conclusión general:

Se concluye que el tipo de encofrado utilizado —fenólico y acrílico— influye de manera significativa en el rendimiento de las columnas construidas en viviendas de la ciudad de Abancay durante el año 2024. El sistema de encofrado fenólico se caracterizó por tener un menor costo unitario por columna, mientras que el sistema acrílico demostró mayor eficiencia en términos de tiempo de instalación, durabilidad y calidad del acabado. En función del análisis integral de costos, tiempos, trabajabilidad y reutilización, el sistema acrílico representa una alternativa más eficiente para proyectos de gran escala, mientras que el fenólico resulta más rentable en obras de menor dimensión y presupuesto ajustado.

Conclusión específica a) Costo:

El análisis comparativo del costo reveló que el sistema de encofrado fenólico representa una alternativa más económica en términos de inversión inicial, con un costo promedio de S/ 225.23 por columna, frente a S/ 341.18 del sistema acrílico. Esta diferencia se debe principalmente al menor precio de adquisición del material fenólico y al menor costo de materiales auxiliares por metro cuadrado. Sin embargo, el encofrado acrílico permite mayor cantidad de reutilizaciones, lo que puede compensar su elevado costo inicial si se planifica su uso en múltiples ciclos constructivos.

Conclusión específica b) Tiempo:

Respecto al tiempo de construcción, se evidenció que el encofrado acrílico permite una reducción significativa en el tiempo de instalación de columnas, con un promedio de 02:44:59, en contraste con 03:18:01 en el sistema fenólico. Esta mejora se atribuye a la ligereza del material acrílico, su rigidez estructural y facilidad de ensamblaje. Por tanto, se

concluye que el sistema acrílico ofrece una mayor productividad en obra y resulta particularmente ventajoso en proyectos con cronogramas ajustados o exigencias de ejecución rápida.

Conclusión específica c) Trabajabilidad:

En relación a la trabajabilidad, el sistema acrílico mostró una mayor facilidad de manipulación, instalación y limpieza, así como un mejor acabado superficial del concreto. La menor absorción de humedad y la estabilidad dimensional del acrílico contribuyeron a reducir defectos comunes como cangrejeras y segregación. Además, al requerir menor cantidad de materiales auxiliares por m² y facilitar el manejo por parte del personal, se comprobó que el encofrado acrílico mejora las condiciones operativas en obra. En consecuencia, se concluye que presenta una superior trabajabilidad frente al sistema fenólico.

.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda seleccionar el tipo de encofrado en función del enfoque estratégico del proyecto: usar fenólico en obras pequeñas con prioridad en ahorro de costos inmediatos, y acrílico en obras de mayor escala donde se busca optimizar el tiempo, la calidad y la reutilización.
- Se sugiere realizar un análisis económico basado en el costo por uso, considerando la cantidad de veces que cada encofrado puede ser reutilizado. El sistema fenólico será más rentable a corto plazo, mientras que el acrílico lo será a largo plazo si se planifican más de 10 ciclos de uso.
- Se recomienda emplear encofrado acrílico en proyectos que requieran eficiencia en los plazos de ejecución, debido a su rapidez de instalación. Este sistema permite avanzar más rápidamente en la ejecución de columnas, reduciendo tiempos muertos y mejorando el rendimiento del personal.
- Se recomienda preferir el uso del encofrado acrílico cuando se prioriza la ergonomía del personal, la precisión del montaje y la calidad superficial del concreto, especialmente en edificaciones donde el acabado visible es un requisito técnico o estético relevante.

VIII. Bibliografía

Alexander, M. y Bentur, A. y Mindess, S. (2017). Durability of concrete: Design and construction. *Durability of Concrete: Design and Construction*, 1–324. https://doi.org/10.1201/9781315118413/DURABILITY-CONCRETE-SIDNEY-MINDESS-MARK-ALEXANDER-ARNON-BENTUR/ACCESSIBILITY-INFORMATION

Almenara, J. C. y Osuna, J. M. B. y Castillo, J. J. G. y Rodríguez, A. P. (2020). Validación del cuestionario de competencia digital para futuros maestros mediante ecuaciones estructurales. *Bordón: Revista de pedagog\'\ia*, *72*(2), 45–63.

Al-Zuhairi, A. H. y Al-Ahmed, A. H. A. y Hanoon, A. N. y Abdulhameed, A. A. (2021). Structural Behavior of Reinforced Hybrid Concrete Columns under Biaxial Loading. *Latin American Journal of Solids and Structures*, *18*(6), e390. https://doi.org/10.1590/1679-78256640

Aréchiga, M. J. A. (2016). *CATALOGO DE CONCEPTOS Y CANTIDADES DE OBRA PARA EXPRESION DE PRECIOS UNITARIOS Y MONTO TOTAL DE LA PROPUESTA*.

Calavera Ruiz, J. (2012). *Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón : en masa, armado y pretensado*. 1052.

Canaza Llatas, H. E. y Maldonado Laban, M. J. (2023). Análisis comparativo de rendimientos de mano de obra entre encofrado tradicional y encofrado modular en construcción de una vivienda multifamiliar en Cutervo – Cajamarca 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111444

Chudley, R. y Greeno, R. (2006). Building Construction Handbook. *Building Construction Handbook*. https://doi.org/10.4324/9780080460864

Condori-Ojeda, P. (2020). *Niveles de investigación*.

Darhanpé, H. B. y Gil, S. y Shannon, A. y Pierri, N. y Mayo, S. G. (2021). *Construcción Sustentable de Edificios Construcción Sustentable de Edificios CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23748.23683

E.060, N. (2009). Concreto Armado, Reglamento Nacional de Edificaciones. *Gobierno del Perú*, 1–205. https://drive.google.com/file/u/1/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view?usp=sharing&pli=1&usp=embed_facebook

Guardia, E. y Diego, S. y Zapata, Á. (2021). *Informe del sector de la construcción en Perú*.

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mcgraw-hill México.

Kareem, W. B. y Okwori, R. O. y Abubakar, H. O. y Nuhu, A. y Dickson, E. I. (2019). Evaluation of Wood and Plastic Formworks in Building Construction Industry for Sustainable Development. *Journal of Physics: Conference Series*, *1378*(3), 032007. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1378/3/032007

Mark, A. y Bentur, A. y Mindess, S. (2017). Durability of concrete: Design and construction. *Durability of Concrete: Design and Construction*, 1–324. https://doi.org/10.1201/9781315118413/DURABILITY-CONCRETE-SIDNEY-MINDESS-MARK-ALEXANDER-ARNON-BENTUR/ACCESSIBILITY-INFORMATION

Martínez, D. V. S. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI bolet\'\in cient\'\ifico de la escuela superior tepeji del r\'\io*, *9*(17), 38–39. https://doi.org/https://doi.org/10.29057/estr.v9i17.7928

Mehta, P. K. (Povindar K.), M. P. (2014). Concrete : microstructure, properties, and materials. *(No Title)*. https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000797867624064

Mucha-Hospinal, L. F. y Chamorro-Mejía, R. y Oseda-Lazo, M. E. y Alania-Contreras, R. D. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Desaf\ '\ios*, *12*(1), 50–57.

Ñaupas, H. y Mejia, E. y Trujillo, I. y Romero, H. y Medina, W. y Novoa, E. (2023). *Metodología de la investigación total: Cuantitativa–Cualitativa y redacción de tesis 6a Edición*. Ediciones de la U.

Oblitas, V. C. O. y Torres, S. E. F. (2024). *Análisis comparativo entre Encofrado Modular y Encofrado Tradicional respecto a Rendimiento, Costo y Tiempo en Construcción de Viviendas Multifamiliares en Lima.*

Ocampo, A. A. J. y Flores, C. J. E. (2022). Análisis de eficiencia y costos del encofrado con revestimiento plástico para la construcción de estructuras de viviendas, Andahuaylas 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96453

Oneply. (2024). *Building a Strong Foundation: How to Choose the Right Formwork Plywood – Oneply Online Plywood Store*. https://oneplyshop.com/blogs/product-use-tips/building-a-strong-foundation-how-to-choose-the-right-formwork-plywood-for-your-project

Palomino, H. T. A. y Rayme, C. S. (2021). *Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019*. Universidad Tecnológica de los Andes. https://hdl.handle.net/20.500.14512/286

Popescu, M. y Rippmann, M. y Liew, A. y Reiter, L. y Flatt, R. J. y Van Mele, T. y Block, P. (2021). Structural design, digital fabrication and construction of the cable-net and knitted formwork of the KnitCandela concrete shell. *Structures*, *31*, 1287–1299. https://doi.org/10.1016/J.ISTRUC.2020.02.013

Prado, F. S. y Stucchi, F. R. y Meneghetti, L. C. (2021). Numerical analysis of high-strength concrete columns interconnected by normal-strength concrete floor. *Latin American Journal of Solids and Structures*, *18*(8), e413. https://doi.org/10.1590/1679-78256714

Schmidt, M. y Soto, O. y Ruy, □ y De Oliveira Pauletti, M. y Leila, □ y Meneghetti, C. (2023). On the use of flexible formworks for concrete structures. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, *17*(5), e17506. https://doi.org/10.1590/S1983-41952024000500006

Shazwan Ahmad Shah, M. y Md Noor, N. y Beng Hong Kueh, A. y Tamin, M. N. (2019). A review on wooden formwork for concrete casting. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *513*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/513/1/012036

Vargas, C. S. y Flores, G. L. E. (2022). Propuesta de encofrado acrílico para optimizar deficiencias constructivas en columnas de edificaciones multifamiliares en concreto armado, Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667212

Yang, Y. y Chen, B. y Chen, Y. y Zhou, H. y Liu, F. y Xie, X. y Chen, J. y Guo, W. y Wang, H. (2023). Performances of Concrete Columns with Modular UHPC Permanent Formworks Under Axial Load. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, *17*(1), 1–14. https://doi.org/10.1186/S40069-023-00608-1/FIGURES/11

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes