

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ENCOFRADO  
PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA  
UNAM PROVINCIA DE ILO, REGIÓN MOQUEGUA, 2021"**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CARLOS ALBERTO DURAND PIÉROLA**

**TACNA - PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS DE ENCOFRADO  
PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE LA BIBLIOTECA CENTRAL DE LA  
UNAM PROVINCIA DE ILO, REGIÓN MOQUEGUA, 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 19 de abril de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Dr. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ**

**SECRETARIO : Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO**

**VOCAL : Mtra. MARÍA ETELVINA DUARTE LIZARZABURO**

**ASESOR : Mag. MARTIN PAUCARA ROJAS**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Carlos Alberto Durand Piérola, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 70498727, así como Martín Paucara Rojas con DNI 00451289; declaramos en calidad de autor y asesor que:

1. Somos autores de la tesis titulada: *“Análisis comparativo de sistemas de encofrado para determinar la eficiencia en la construcción de la biblioteca central de la Unam Provincia de Ilo, Región Moquegua, 2021”*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante a *La Universidad* y a terceros, a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 14 de abril de 2023



Bach. Carlos Alberto Durand Piérola  
DNI: 70498727



Mag. Martín Paucara Rojas  
DNI: 00451289

## DEDICATORIA

A mis padres amados Mario Constantino Durand Gamez y Esther Edith Piérola Enríquez por ser mi gran motivo de vida quienes con mucho sacrificio han contribuido a mi formación personal y profesional apoyándome en todo momento para poder cumplir mis metas propuestas guiándome por el buen camino.

A mi hermano menor por siempre apoyarme y motivarme, queriendo ser un ejemplo para él.

A mis tíos, primos y abuelos, en especial a Yolanda Gamez Gamez que me acompañó en mi etapa de estudiante universitario dándome apoyo para lograr mis metas y ahora me sigue apoyando y guiando desde el cielo.

Carlos Alberto Durand Piérola

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su guía y protección cada momento de mi vida, a mis progenitores y toda mi familia quienes me han alentado y apoyado para lograr mis metas.

A mi casa de estudios, por darme la oportunidad de estudiar y ser grandes profesionales.

A mis docentes y asesor por todos sus conocimientos impartidos al largo de la formación profesional y desarrollo del estudio.

Carlos Alberto Durand Piérola

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.1. Descripción del problema .....	4
1.2. Formulación del problema .....	5
1.2.1. Problemas específicos.....	5
1.3. Justificación e importancia.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general .....	6
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Hipótesis .....	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas .....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Antecedentes del estudio .....	8
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1 Encofrados.....	13
2.2.1.1 Historia general del encofrado.....	13
2.2.1.2 Definición .....	14
2.2.1.3 Tipos de encofrados .....	16
2.2.1.4 Secciones geométricas de elementos estructurales .....	18
2.2.2 Encofrado metálico .....	18
2.2.2.1 Definición.....	18
2.2.2.2 Características del encofrado metálico.....	20
2.2.2.3 Diferencia de madera y metal para encofrados.....	20

2.2.3	Encofrados de madera .....	21
2.2.3.1	Definición .....	21
2.2.4	Eficiencia .....	22
2.2.4.1	Definición .....	22
2.2.4.2	Medición de la eficiencia .....	23
2.2.4.3	Factores de la eficiencia .....	24
2.2.4.3.1	Costo de la construcción.....	24
2.2.4.3.2	Tiempo de la construcción .....	24
2.2.4.3.3	Tiempo de los encofrados.....	24
2.2.4.3.4	Tiempo de ejecución del encofrado .....	25
2.2.4.3.5	Calidad en la construcción.....	25
2.2.4.3.6	Control de calidad .....	26
2.3.	Definición de términos .....	27
2.3.1	Concreto: .....	27
2.3.2	Encofrado: .....	28
2.3.3	Encofrado horizontal:.....	28
2.3.4	Encofrado vertical: .....	28
2.3.5	Madera: .....	28
2.3.6	Metal: .....	28
2.3.7	Presión en el concreto: .....	28
2.3.8	Eficiencia: .....	28
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		29
3.1	Tipo y nivel de investigación.....	29
3.2	Población y/o muestra de estudio .....	29
3.2.1	Población de estudio .....	29
3.2.2	Muestra de estudio .....	29
3.3	Operacionalización de variables .....	29
3.4	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	30
3.4.1	Técnicas y Recopilación de Datos.....	30
3.4.2	Descripción General .....	30
3.4.3.1	Sistema de encofrado metálico .....	33
3.4.3.2	Sistema de encofrado de madera.....	33
3.5	Procesamiento y análisis de datos.....	45
3.5.1	Análisis de Datos para Encofrado de Madera. ....	45
3.5.2	Análisis de Datos para Encofrado de Metálico. ....	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		65
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		83

CONCLUSIONES .....	85
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87
ANEXOS.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre madera y metal .....	21
Tabla 2. Operacionalización de variables .....	29
Tabla 3. Elementos estructurales columnas, placas, vigas y losa maciza.....	31
Tabla 4. Costos por hora hombre .....	34
Tabla 5. Relación de insumos encofrado de madera en placas .....	34
Tabla 6. Relación de insumos encofrado de madera en columnas .....	35
Tabla 7. Relación de encofrado de madera en vigas.....	36
Tabla 8. Relación de encofrado de losas macizas.....	38
Tabla 9. Encofrado de madera en placas bloque “A” .....	39
Tabla 10. Encofrado de madera en placas bloque “B” .....	40
Tabla 11. Encofrado de madera en placas bloque “C” .....	40
Tabla 12. Encofrado de madera en columnas bloque “A” .....	40
Tabla 13. Encofrado de madera en columnas bloque “B” .....	41
Tabla 14. Encofrado de madera en columnas bloque “C” .....	41
Tabla 15. Encofrado de madera en vigas .....	42
Tabla 16. Encofrado de madera en losas macizas .....	42
Tabla 17. Encofrado de madera en placas .....	43
Tabla 18. Encofrado de madera en vigas .....	43
Tabla 19. Encofrado de madera en vigas .....	43
Tabla 20. Encofrado de madera en losa maciza.....	43
Tabla 21. Cuestionario .....	44
Tabla 22. Encofrado y desencofrado caravista en placas .....	45
Tabla 23. Encofrado y desencofrado caravista en columnas .....	46
Tabla 24. Encofrado y desencofrado caravista en vigas .....	48
Tabla 25. Encofrado y desencofrado caravista en losas macizas .....	49
Tabla 26. Análisis de eficiencia Encofrado de madera .....	51
Tabla 27. Evaluación de encofrado de madera .....	52
Tabla 28. Análisis de eficiencia de encofrado de madera.....	52
Tabla 29. Encofrado y desencofrado caravista en placas proveedor 1 .....	54
Tabla 30. Encofrado y desencofrado caravista en placas proveedor 2 .....	55
Tabla 31. Encofrado y desencofrado caravista en columnas proveedor 1 .....	55
Tabla 32. Encofrado y desencofrado caravista en columnas proveedor 2 .....	57
Tabla 33. Encofrado y desencofrado caravista en vigas proveedor 1 .....	57
Tabla 34. Encofrado y desencofrado caravista en vigas proveedor 2 .....	58

Tabla 35. Encofrado y desencofrado caravista en losas macizas proveedor 1 .....	59
Tabla 36. Encofrado y desencofrado caravista en losas macizas proveedor 2 .....	60
Tabla 37. Encofrado Metálico .....	62
Tabla 38. Resultados del encofrado Metálico .....	62
Tabla 39. Análisis de eficiencia de encofrado de metálico proveedor 1 .....	63
Tabla 40. Análisis de eficiencia de encofrado de metálico proveedor 2 .....	64
Tabla 41. Costos de encofrado de madera.....	65
Tabla 42. Costos de encofrado metálico proveedor 1 .....	65
Tabla 43. Costos de encofrado metálico proveedor 2 .....	66
Tabla 44. Tiempo (Días) encofrado de madera .....	69
Tabla 45. Tiempo (Días) encofrado de metálico proveedor 1 .....	69
Tabla 46. Tiempo (Días) encofrado de metálico proveedor 2.....	70

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Encofrado metálico .....	19
Figura 2. Encofrado de madera .....	21
Figura 3. Encofrado de placas .....	34
Figura 4. Encofrado de madera en columnas .....	35
Figura 5. Encofrado de fondo de viga .....	36
Figura 6. Encofrado de viga .....	37
Figura 7. Encofrado de lozas macizas .....	38
Figura 8. Encofrado de lozas macizas .....	39
Figura 9. Comparación de costos entre tipos de encofrado - placas.....	66
Figura 10. Comparación de costos entre tipos de encofrado - columnas.....	66
Figura 11. Comparación de costos entre tipos de encofrado - vigas.....	67
Figura 12. Comparación de costos entre tipos de encofrado – losas macizas.....	67
Figura 13. Comparación de costos entre tipos de encofrado .....	68
Figura 14. Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado - placas .....	70
Figura 15. Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado - columnas .....	70
Figura 16. Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado - vigas .....	71
Figura 17. Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado – losas macizas.....	72
Figura 18. Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado.....	72

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz De Consistencia .....	92
Anexo 2. Cotizacion De Encofrado Metalido Empresa Cadez.....	93
Anexo 3. Cotizacion De Encofrado Metalido Empresa Sebastian Y Valeria.....	94

## RESUMEN

Este estudio se titula “Análisis comparativo entre el sistema de encofrado metálico y el sistema de encofrado convencional para determinar el más eficiente en la ejecución de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua, en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua, 2021” tiene por objetivo general comparar el sistema de encofrado metálico y el sistema de encofrado convencional para determinar el más eficiente en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua. Para ello este estudio, emplea una metodología de tipo explicativa con un diseño de campo. La población está comprendida por los sistemas de encofrado en nuestro país y la muestra por el sistema de encofrado convencional con madera y encofrado metálico en construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha. Como resultado, la ventaja o desventaja de cada sistema de encofrado depende directamente del tipo de estructura. Al comparar diferentes sistemas de encofrado, se encontró que el sistema de encofrado metálico ofrece el mayor beneficio debido a la ejecución continua y simultánea de varias operaciones, lo que elimina tiempos de inactividad y bloqueos, brinda eficiencia económica y mayor productividad. Se concluye que cada proyecto debe ser revisado cuidadosamente antes de comenzar a trabajar, asegurando que todos los planos sean compatibles para que puedan ajustarse y/o modificarse de acuerdo con el proceso de construcción y así poder elegir el tipo de encofrado adecuado.

**Palabras clave:** encofrados de madera; encofrados metálicos; eficiencia.

## ABSTRACT

This study is entitled "Comparative analysis between the metal formwork system and the conventional formwork system to determine the most efficient in the execution of the Central Library of the National University of Moquegua, in the district of Pacocha, province of Ilo, department of Moquegua, 2021" has the general objective of comparing the metal formwork system and the conventional formwork system to determine the most efficient in the construction of the Central Library of the National University of Moquegua. For this, this study uses an explanatory type methodology with a field design. The population is understood by the formwork systems in our country and the sample by the conventional formwork system with wood and metal formwork in construction of the Central Library of the National University of Moquegua in the district of Pacocha. As a result, the advantage or disadvantage of each formwork system directly depends on the type of structure. When comparing different formwork systems, it was found that the metal formwork system offers the greatest benefit due to the continuous and simultaneous execution of several operations, which eliminates downtime and blockages, provides economic efficiency and higher productivity. It is concluded that each project must be carefully reviewed before starting work, ensuring that all plans are compatible so that they can be adjusted and/or modified according to the construction process and thus be able to choose the appropriate type of formwork.

**Keywords:** wooden formwork; metal formwork; efficiency.

## INTRODUCCIÓN

En la construcción actual, el encofrado desempeña un papel fundamental en la creación de estructuras que requieren elementos como vigas, columnas, losas, muros de contención y otras estructuras. El uso del encofrado es necesario para garantizar la calidad y la eficiencia en la construcción. Se debe tener en cuenta el tipo de material que se usará para el encofrado, ya que puede ser madera o metal, dependiendo del proyecto y del presupuesto disponible. Es importante analizar cuál es el tipo de encofrado más económico, el que brinda el mejor acabado y el más eficiente, considerando los pros y los contras de cada uno. En el caso del encofrado tradicional, se utiliza una estructura básica de madera, contrachapado y algunos elementos de acero. Este tipo de encofrado se utiliza en proyectos de pequeña escala en países donde la construcción se encuentra menos desarrollada, especialmente cuando los costos de mano de obra son más bajos que los costos de alquiler o inversión en la compra de encofrados modulares. Debido a la facilidad de manejo de la madera y su versatilidad de uso, el hormigón se puede moldear en casi cualquier forma necesaria (De los Santos, 2018).

Una de las mayores tendencias en el mundo es la búsqueda de nuevas tecnologías y equipos para mejorar procesos ineficientes y dañinos para el medio ambiente o aumentar la eficiencia del trabajo. Esto se aplica a los encofrados de vigas y losas de hormigón armado, donde el sistema Losa Flex resuelve los desafíos de ingeniería y construcción, así como al elevado coste de los sistemas de encofrado tradicionales (Guerrero, 2018).

El trabajo de encofrado se realiza con materiales fáciles de encontrar en nuestro entorno. A lo largo de los años, se han refinado para darle al factor un mejor desglose. En los primeros años, la madera fue la más utilizada, luego se modernizó gradualmente hasta nuestros días con encofrados metálicos hechos de madera y materiales sintéticos. Para la fabricación de encofrados es necesario disponer de madera u otro material adecuado para esta aplicación y proporcionar un soporte adecuado. Aunque el encofrado se ha utilizado durante más de veinte años, existe bastante bibliografía e investigación sobre el proceso de diseño y construcción que ha demostrado varias fallas en el desempeño de varias estructuras de hormigón armado antes de que puedan tener la resistencia correcta. En El Salvador, el uso de encofrados no ha recibido suficiente publicidad, como en otros territorios, debido a lo muy limitado de los proyectos ya la falta de continuidad de obra que permita su uso. Sin embargo, dado el rápido desarrollo de

la obra, es de esperar que la aplicación de encofrados se repita cada vez más y se utilicen sistemas más complejos para adaptarse a los requerimientos de las nuevas estructuras (Herrera et al, 2014).

El encofrado tradicional se utiliza para realizar columnas, muros, suelos de cimentación, entre otros. Los principales materiales empleados en estos encofrados son la madera y el acero. El encofrado de madera es realizado por carpinteros, y se utilizan tablas, tablones, almohadillas y soportes para formar postes, vigas, tablones, etc. No existe una técnica para este tipo de encofrado. Solo la experiencia de un ingeniero es responsable de la obra (Laura, 2016).

El encofrado tradicional es un tipo de tablero formado por tablas, tableros, tablones, tirantes, etc. Los elementos incluidos en este sistema han sido cortados a medida y encajados en el encofrado. Usados solo una vez, ahora se utilizan para complementar otros sistemas de encofrado donde necesita un acabado (Briceño, 2017).

Inicialmente, la madera era el material dominante en las formas de construcción, sin embargo, el desarrollo del uso de otros materiales, así como el mayor uso de accesorios especializados, ha cambiado gradualmente la historia de los moldes. Actualmente, un aumento en el número de elementos prefabricados, ordenamiento y descascarillado se debe a la fuerza de los recursos mecánicos, haciendo en la mayoría de los casos más duraderos los encofrados, tanto en la fabricación como en el uso, obligándose a utilizar moldes metálicos (Neumann, 2017).

La función principal del encofrado metálico es dar al hormigón la forma de diseño, garantizar su estabilidad como el hormigón fresco, la colocación segura y correcta del refuerzo. También protege el hormigón de los efectos de la temperatura exterior y reduce la pérdida de agua, ya que es el más líquido de sus tres componentes (cemento, grava y agua) (Arapa y Maldonado, 2019).

El encofrado metálico o sistema industrial formado por piezas predefinidas de fabricación industrial y moldes ensamblados en obra para crear el encofrado (Briceño, 2017).

Un estudio comparativo entre ambos sistemas de encofrado ayudará a las empresas de construcción en su enfoque de selección y planificación del sistema de encofrado. Además, los datos obtenidos proporcionarán iniciativas de precio, tiempo y calidad del sistema para optimizar los recursos del sitio. Esto justifica la ejecución de viviendas de gran escala de interés social. Si bien es cierto que las empresas constructoras elaboran estudios de costos y pronostican la duración y calidad de los proyectos, no comparan las compras de recursos ni eligen sistemas tradicionales.

Actualmente, las organizaciones de construcción utilizan principalmente encofrados metálicos debido a lo comercial que es este producto, pero al hecho de que ven problemas de instalación debido a su peso y medidas estándar. Esto afecta el tiempo de instalación, el precio y la calidad debido a un decaído deficiente. Sin embargo, los precios comenzaron a controlar la ejecución de los proyectos. Entonces, la diferencia en las diferentes resoluciones se hace evidente a medida que aumenta la velocidad de trabajo. Esto inicia la innovación en tecnología y marcas, dando como resultado la construcción de módulos para trabajo vertical. Este análisis e investigación revela el establecimiento de eficiencias entre los sistemas de encofrado de madera y los encofrados metálicos (Castañeda y López, 2015)

Este estudio analizará el desarrollo de los encofrados de madera o metal realizados por la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el Distrito de Pacocha, Provincia de Ilo, Moquegua en el año 2021 como parte de una serie de estudios sobre (nuevas tecnologías de la construcción) y validación. Documentos técnicos, incluido el encofrado.

Esta investigación cuenta con cinco capítulos, los cuales se detallan más adelante. El Capítulo 1 creó el enfoque, las justificaciones, las metas y los supuestos. El Capítulo II presenta información básica sobre los antecedentes de investigación y su interacción con el encofrado de madera, el encofrado metálico y los indicadores de qué encofrado es más eficiente (tiempo, precio, calidad). análisis actual. Finalmente, el Capítulo 5 presenta una discusión de temas relacionados con los objetivos, precedentes y supuestos planteados.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

En el contexto global, el crecimiento de centros urbanos se ha evidenciado sin control, al igual que el desarrollo industrial, las cuales exigen el aumento de construcciones al pasar los años, buscando calidad en las estructuras, en menores plazos y económicos, el cual no se puede lograr por los procedimientos tradicionales de construcción según los autores (Arapa y Maldonado, 2019).

Mientras que, Chunga y Ramírez (2019) afirman que, en todo este tiempo, debido a la necesidad de mejorar la calidad, eficiencia y seguridad de las estructuras construidas, se lanzan iniciativas con diferentes métodos. El desarrollo urbano e industrial implica un aumento en los volúmenes de construcción, por lo que el tiempo y el costo del proyecto se están convirtiendo en indicadores cada vez más importantes. Con el desarrollo del hormigón armado, la posición del refuerzo es cada vez más complicada, su densidad espesa complica aún más el vertido del hormigón, provocando estas dificultades, en las que las áreas de relleno deficientes son inevitables, ya sea delaminación, descomposición inerte o agregado (grava o arena) o delaminación. Los llamados componentes "Crab Cake" no solo se veían mal, sino que también fueron rechazados estructuralmente debido a la falta de ajuste y al diseño original (Briceño, 2017).

Según Delgado (2016), el material más empleado para los encofrados y puntales es la madera; ya que, este sistema demanda un costo inicial bajo; mientras que, los encofrados metálicos son de mayor costo inicial, la cual son de mejor inversión, pero si se le da un buen uso compensará la inversión inicial.

Actualmente, los diseños de los diversos elementos estructurales, son más complejos para moldear; por ende, dificulta el sistema de encofrado, al ser difícil de adaptarse a la par de este; por ello, se impulsa la innovación en el empleo de encofrados metálicos de acero, aluminio, entre otros. Los encofrados son de gran importancia; ya que, es aquel sistema que es capaz de soportar las cargas para las que son diseñadas.

Por ello, en la presente investigación se realizará un análisis comparativo entre el sistema de encofrado metálico y el sistema de encofrado convencional de madera con la finalidad de determinar el sistema más eficiente en la ejecución de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, provincia de Ilo, departamento de Moquegua.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el sistema más eficiente entre el sistema de encofrado metálico y el sistema de encofrado convencional en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?

### **1.2.1. Problemas específicos**

- a. ¿Cuál es el sistema de encofrado más eficiente desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?
- b. ¿Cuál es el sistema de encofrado más eficiente desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?
- c. ¿Cuál es el sistema de encofrado más eficiente desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?

## **1.3. Justificación e importancia**

El estudio se considera de muy importante; ya que, permite brindar la información necesaria del sistema de encofrado convencional con madera y del sistema de encofrado metálico, con el fin de obtener el sistema más óptimo y eficiente para construcciones, para así resolver problemas que presentan la mayoría de empresas constructoras al realizar encofrados, buscando optimizar tiempo y costo.

De esta manera, se especifica las siguientes razones de importancia que sustentan el desarrollo de esta propuesta.

En el aspecto teórico, esta investigación se justifica por ser un propósito de estudio mediante la generación de un aporte comparativo para determinar la alternativa más eficiente, además de confrontar teorías existentes como contrastar resultados. Por ello, se centra en el estudio de evaluar las características de procedimiento de ambos sistemas, para evaluar sus rendimientos, costos y por ende tiempos de ejecución, en este caso del sistema de encofrado metálico frente al sistema convencional con madera en la ejecución de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha.

En el aspecto económico, esta propuesta permite determinar el sistema de

encofrado más eficiente; en consecuencia, el más económico, brindando así las posibilidades de rentabilidad o utilidades en beneficio de las empresas constructoras que opten por el sistema de encofrado óptimo. En este caso, se asume que el sistema de encofrado metálico brinda mejores características no solo en calidad final del elemento estructural, sino en incremento de rendimiento, reducción de tiempos y costos.

En el aspecto social, el estudio de estos sistemas de encofrado tanto convencional de madera como el encofrado metálico, influye de manera positiva, porque, al obtener el sistema más eficiente y económico, brinda una oportunidad de mayor alcance en la población para la adquisición de sus viviendas, y por consecuencia a ello, un incremento de ventas. Además de ello, se considera que esta información permite beneficiar a las empresas constructoras, instituciones, autoridades, investigadores y trabajadores ligados al sector de la construcción como ingenieros, arquitectos y maestros de obras.

#### **1.4. Objetivos**

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

Realizar el análisis comparativo de los sistemas de encofrados en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

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

- a. Identificar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.
- b. Determinar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.
- c. Obtener el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

El sistema de encofrado metálico es el sistema más eficiente frente al sistema de encofrado convencional en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. El sistema de encofrado más eficiente es el encofrado metálico desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.
- b. El sistema de encofrado más eficiente es el encofrado metálico desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.
- c. El sistema de encofrado más eficiente es el encofrado metálico desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del estudio

Según los autores Ocampo y Flores (2022) el trabajo de investigación tuvo como propósito determinar la eficiencia y costo del encofrado en la construcción de estructuras de vigas, columnas y losa de cimentación para viviendas unifamiliares en Andahuaylas, Apurímac, 2022. Desmontamos cada parte de la cimentación, columnas y vigas, analizamos el precio unitario por metro cuadrado y realizamos una prueba de resistencia con un durómetro. Cada una de nuestras tesis es un modelo de aplicación y un diseño de investigación previo a la demostración. Requiere conocimiento cuantitativo y comparativo, que incluye la recolección de datos de observación. Para efectos de este estudio, es inclusivo el uso de resina en el encofrado para lograr el resultado propuesto de máxima eficiencia al menor costo, así como el uso de revestimiento 100% plástico en la superficie del encofrado. El resultado es un precio unitario de encofrado/m<sup>2</sup> revestido con base plástica S/ 21,89, hilera S/ 51,56 y viga S/ 59,81, que es el costo óptimo. El resultado porcentual para la resistencia  $f'c=290 \text{ kg/cm}^2$  de diseño  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  es de 138,10 %, que es superior al 100 %, y en el encofrado convencional, según la variante  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , la resistencia  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  Se puede obtener 85,7 % resultado. Conseguir los objetivos marcados, por tanto, es que el encofrado de plástico sea altamente eficiente y más económico que el encofrado de madera tradicional.

Para el autor Andescol (2021) en su artículo “¿Encofrado en madera o en metal?”. Este artículo compara los dos materiales en términos de su versatilidad, resistencia, durabilidad y asequibilidad, lo que identificará aspectos clave del trabajo, como el presupuesto y los plazos. Sin embargo, se menciona varios aspectos como son los acabados visibles, sistemas de soporte o cimbras, encofrados de losas. Pero en general dice que el encofrado hoy en día tiende a ser más metálico por su mayor rendimiento y durabilidad. Asimismo, sus componentes auxiliares como las cimbras también proporcionan un retorno de la inversión a corto plazo si están fabricados con este material y, además, requieren menos mano de obra para su montaje.

Según el autor Panta (2021) en el presente trabajo de investigación se describe el diseño y ejecución de un encofrado modular con encofrado ULMA. El encofrado ULMA se utiliza para contener y dar forma al hormigón en su estado plástico. El informe consta de cinco capítulos, cada uno de los cuales se analiza con más detalle: el capítulo 1 presenta un enfoque general del problema, luego plantea el problema y luego responde a través de la discusión. Muestra cómo aplicar las preguntas formuladas.

También describe la validez del informe y las limitaciones que contiene. En el Capítulo 2, se presentan los fundamentos teóricos junto con información teórica sobre los diversos factores que intervienen en el juego, comenzando con el contexto de investigación relevante a lo que se presenta en el informe, y finalmente se presentan definiciones de términos. En el capítulo 3 se identifican las variables del informe y se describe cada variable, el tipo de estudio a realizar, el tipo de diseño y finalmente la metodología de investigación para la recolección de los datos que permitan el cálculo del informe. En el Capítulo 4 se presentan alternativas de solución, se resuelven parámetros de diseño, se toma en cuenta el comportamiento estructural, luego se calcula el desempeño del encofrado y finalmente se implementa un análisis económico del proyecto desarrollado. En el Capítulo 5 se presenta un análisis descriptivo de las variables utilizadas, luego se realiza un análisis teórico utilizando las tablas de datos y finalmente se realiza un resumen de las relaciones de las variables. La sección final presenta conclusiones y recomendaciones para el diseño e implementación de encofrados modulares.

Asimismo, Guerra (2021), la tesis actual se enfoca en examinar dos conjuntos residenciales situados en el ex aeródromo de Collique, con el fin de evaluar el sistema de encofrado utilizado en cada proyecto. El primer conjunto se construyó con un encofrado metálico que se fabricó por sí mismo, mientras que el segundo se realizó con el sistema de aluminio Forsa. En Perú, existe una creciente demanda de tecnologías de encofrado monolítico para la construcción de viviendas modulares, lo que ha llevado a la aparición de diversos sistemas en el mercado peruano. Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue determinar las diferencias de costo y eficiencia entre los dos sistemas de moldes. Además, se mantendrán tablas y gráficos comparables para brindar a los constructores información confiable, válida y objetiva. También se analizarán los defectos durante el funcionamiento de ambos moldes y es importante compararlos. Para ello, se evaluó la información disponible para cada sistema modelo desde 2015 hasta 2020. Al final de la obra se rellena la información necesaria para que el cliente pueda elegir el sistema de encofrado más ventajoso y eficiente.

Para los autores Palomino y Rayme (2021) el objetivo principal de esta tesis es determinar el tiempo de instalación, el costo y la calidad de la superficie estructural. Por lo tanto, es para determinar qué tipo se logrará. Como población, se revisan los elementos estructurales como (columnas típicas y vigas aisladas) de las familias, construidos en el sector B1 de la ciudad de Abancay, y la muestra es un grupo específico. Por simple muestreo aleatorio. La información se recolectó a través de notas de campo y fichas de observación organizadas por programas como Autocad, Microsoft

Word, Excel y SPSS. Un estudio realizado después de recopilar información de la unidad de análisis concluyó que el encofrado metálico era más efectivo que el encofrado convencional. Esto se debe a que ahorra tiempo, costos y calidad, tal como se esperaría de la construcción de encofrados auto ensamblados.

Asimismo, Díaz (2021) El presente estudio tuvo como objetivo determinar la variabilidad de costos, acabados y desempeño día a día de encofrados de madera, metal y plástico para edificaciones en la ciudad de Cajamarca al 2021. Para encofrado de cimentación convencional hay una variación de S/ 15,96 y 3,33 m<sup>2</sup>/día respecto al encofrado metálico y para encofrado de columna convencional una variación de S/ 33,03 y 5,17 m<sup>2</sup>/día respecto al encofrado metálico, con fluctuaciones de S/ 7,01 y 2,17 m<sup>2</sup>/día. Para el encofrado plástico, el encofrado de viga convencional tiene una diferencia de S/ 30,75 y 0,92 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado metálico y una diferencia de S/ 9,18 y 5,00 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado plástico. Con encofrado de piso convencional hay una diferencia de S/ 30,49 y 7,46 m<sup>2</sup>/día de encofrado metálico. Del mismo modo, los niveles de acabado de los encofrados tradicionales son básicos y requieren tarrajeo. Además, el nivel de acabado del encofrado de metal se consideró excelente y solo requirió lijado y pintura. Finalmente, se decidió que el acabado del encofrado plástico era el mejor. Esto significa que el acabado es suave y está listo para pintar.

Por otra parte, según Apaza y Machaca (2020) El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal cómo diseñar y evaluar el encofrado de resina fenólica para la construcción de las vigas, columnas y losas del Colegio Innova School de Juliaca, realizar una evaluación técnico económica del encofrado a diseñar y para dar una comprensión de los beneficios, ventajas y riesgos resultantes. Dependiendo del tipo de estudio, es descriptivo y el diseño de investigación es no experimental. El diseño tiene como objetivo permitir a los técnicos de la construcción realizar la construcción de encofrados de manera más fácil, rápida y segura, y garantizar que se utilice el sistema correcto como solución para lograr los objetivos establecidos en el proyecto de construcción.

Asimismo, los autores Arapa y Maldonado (2019). El estudio sobre la eficiencia del trabajo de encofrado metálico y de madera en la construcción de inmuebles en la ciudad del Cusco – 2017. El objetivo fue comparar la eficiencia del encofrado metálico y encofrado de madera en la obra de construcción en Cusco. Obteniendo como resultados, que el encofrado de madera puede ser reutilizable para 4 a 7 usos, mientras que el encofrado metálico puede reutilizarse más de 150 usos, según la manipulación y cuidado de este mismo; además de ello, en el aspecto económico, el encofrado con

madera puede tener un costo de 52,23 soles, mientras que el otro tipo de encofrado puede presentar un costo de 23,89 soles. Concluyendo de esta manera, que el encofrado metálico es un sistema más óptimo a comparación con el encofrado de madera; ya que este último, puede presentar mayor deformación ante factores climáticos; a diferencia del otro, que presenta un menor deterioro.

Para los autores García et al. (2019) la investigación, tuvo como propósito analizar la eficacia y eficiencia en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. Tipificada como descriptiva, de campo, transversal y no experimental. La población fue de 57 empresas, seleccionadas intencionalmente. Se aplicó un cuestionario con 30 ítems, escala Likert, validada por expertos, con confiabilidad 0,83, utilizando medidas de tendencia central. Los resultados indican aumento de la capacidad administrativa en función del entorno desde la eficacia y eficiencia. Concluyendo que se mantenga la aplicación de estos indicadores.

Según, Chunga y Ramírez (2019) en la aplicación de los sistemas de encofrado autotrepante en edificación en altura y un análisis comparativo de la productividad con los sistemas de encofrado metálico convencional. Define el propósito de la investigación sobre el uso o utilización de los sistemas de encofrado autotrepante (ATR), mostrándolos para ser más eficientes que los sistemas de encofrado metálico convencionales modernas y mejores soluciones tecnológicas., con el fin de brindar mayor productividad, seguridad y calidad en edificaciones. El investigador llegó a obtener los siguientes resultados de ambos sistemas de encofrado con una altura promedio de 36m, un costo total de S/ 389 259,36 para el sistema autotrepante, mientras que el metálico, obtuvo un costo total de S/ 42 0841,20, determinando así un ahorro de S/ 31 581,84. En el caso de la altura analizada de 132 m, el ahorro es mucho mayor de aproximadamente de S/ 115 800,08. Llegando así a la conclusión, que el sistema deslizante o sistema de encofrado autotrepante resulta ser más práctico cuanto mayor sea su altura.

Según Guerrero (2018) el estudio comparativo de las posibilidades técnicas, económicas y de diseño del encofrado clásico y el encofrado flexible “para vigas y losas de hormigón armado en edificación. Presentó como finalidad determinar la viabilidad en el uso de un nuevo sistema de encofrados como el sistema Losaflex, para analizar su mejoría económica, técnica y constructivamente. Obteniendo como resultados que, las vigas de madera HT 20 plus presentan una mayor capacidad de carga frente a las viguetas metálicas como sistema tradicional, en cuanto a los tableros Ulma Trimax cuentan con una capacidad de carga de 3600 KN/m<sup>2</sup>; son mejores a los tableros en el sistema convencional que cuentan con una capacidad de 1363 KN/ m<sup>2</sup>. Finalmente, el

investigador llegó a la conclusión que, el sistema LosaFlex es una alternativa más óptima; ya que, ofrece una mayor seguridad, con un trabajo con menor esfuerzo, al ser mucho más liviano al convencional. Además de ello, el costo de este sistema resulta ser menor de 70,90 \$/m<sup>2</sup> frente al convencional con un precio de 96,83 \$/m<sup>2</sup>.

Según la autora Lazo (2018) su tesis, presentada para optar al título de Ingeniera Civil, se denomina Aplicación de Sistemas de Encofrado con Desplazamiento Horizontal y su Impacto en la Construcción del Centro Comercial Plaza Abierta de Huancayo en la Fase Estructural. Objetivo: Determinar los efectos de aplicar un sistema de encofrado de desplazamiento horizontal a la construcción del centro comercial Penn Plaza durante la fase estructural. Métodos: Nivel de análisis, búsqueda adaptativa y descriptiva, diseño experimental sin intersección, las técnicas utilizadas son observaciones de campo que permiten recolectar información en el mismo lugar que el sujeto de estudio. Resultado: la aplicación del sistema de desplazamiento horizontal reduce la producción a 200 m<sup>2</sup>/día, mejora la productividad laboral a 1,96 h/m<sup>2</sup>, reduce el uso de equipos de encofrado en un 30 % y reduce el costo en un 0,0111 % tiempo. Conclusión: La aplicación del sistema de encofrado de desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial de Huancayo se consideró positiva ya que el costo fue bajo y la construcción se completó antes de lo esperado. Este contexto se considera en el estudio actual, ya que ayuda a implementar procesos de recopilación de datos para tomar decisiones según el nivel de intervención requerido.

Para Neumann (2017) en análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas. Presentó como fin determinar el costo y eficacia de encofrados plásticos en columnas y vigas; sin embargo, también compara el rendimiento y el costo del encofrado tradicional de madera y plástico. Por lo tanto, el costo del encofrado de madera es de S/ 41,95 por columna y S/ 42,07 para vigas, encofrado plástico S/ 62,51 por columna y S/ 56,92 para vigas y metal S/ 65,25 por columna y S/ 104,65 para vigas; sin embargo, en términos de eficiencia, tiempo de instalación, tipo de superficie obtenida y verticalidad, el encofrado plástico es superior a estas dos formas.

Para el autor Delgado (2016) en diseño de sistema de encofrados en la provincia de Angaraes- Huancavelica. Tuvo como finalidad el determinar un diseño de encofrado en los elementos estructurales que conforma una edificación en el distrito de Licay. Obteniendo como resultados del diseño realizado para 20 columnas, siendo necesario cubrir una superficie de 79,80 m<sup>2</sup>, obteniendo así 1,99 m<sup>3</sup> de madera; mientras que, en vigas, la superficie a cubrir es de 68,53 m<sup>2</sup>, siendo necesario 1,67 m<sup>3</sup> de madera. En el caso de las losas, el encofrado calculado por todos los paños de estudio un metrado de 188,10 m<sup>2</sup>; mientras que, en tablas, se considera necesario 4,7025 m<sup>2</sup>, 1,16 m<sup>3</sup> de

cuartones y 312 unidades de puntales para el encofrado. Finalmente se concluyó que, el diseño de encofrados es de total importancia; ya que, mediante gráficas y tablas, permite el apoyo en cálculos inmediatos. Además de ello; considerar que, los encofrados metálicos tienen costos más altos que el encofrado convencional con madera, pero a la larga resulta ser más rentable, al poder ser reutilizado muchas más veces que el convencional.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1 Encofrados**

#### **2.2.1.1 Historia general del encofrado**

La realización de los encofrados se efectúa con materiales que se encuentren en el medio externo; de manera fácil, que se ha ido perfeccionando cada vez con mejores acabados. En los primeros años del auge de la construcción, el material más empleado fue la madera; la cual, en el transcurso de los años, ha ido evolucionando. De esta manera, se modernizó, teniendo como hoy encofrados de madera, metálicos, triplay, plástico, entre otros (Arapa y Maldonado, 2019).

Los arquitectos romanos fueron los primeros en impulsar la construcción mediante encofrados, con sus estructuras de concretos en masa como cúpulas, bóvedas, arcos, que fueron trabajados únicamente a compresión, al no lograr absorber esfuerzos de tracción ni torsión. Mientras que, en la época Medieval, existió un estancamiento en la evolución del uso de los encofrados; mucho después nacen sistemas perfeccionados como losas de encofrados, y de otros materiales, como puntales, planchas de acabados, entre otros. En la época Contemporánea, los encofrados ofrecían una rápida y más fácil solución con el fin de construir elementos de arquitectura, incorporándose el empleo de acero, como material eficiente en construcciones de mayor importancia, debido a su rápido montaje y por su resistencia a la tracción que le brinda al concreto. En nuestro país, los encofrados son temporales y dado que no forman parte de la construcción final, su contribución al resultado de los elementos constructivos a construir se considera insignificante. El material de mayor uso en los encofrados es la madera, ya sea simplemente cepillada o aserrada, la cual se utiliza como pies derechos, tablas para encofrar diversos elementos estructurales como vigas, placas, columnas y losas aligeradas (Herrera et al., 2014).

Según, DRAE (2021) El encofrado es una forma de placa o lámina de metal o material similar en el que se vierte hormigón hasta que se endurece y luego se retira.

Además, Briceño (2017) define como aquellas construcciones de las que es

posible obtener una estructura de contorno, nivel, alineación y tamaño que cumplan con los requisitos de los planos y especificaciones técnicas. Para ello, el encofrado y sus soportes deben estar adecuadamente apoyados.

En el Perú se realizan obras donde se emplean tecnologías innovadoras en encofrados y andamios. El ingreso al Perú de empresas proveedoras transnacionales de mucho prestigio y trayectoria mayormente europeas. Ayudan a ejecutar las obras con mayor seguridad, eficiencia y velocidad (Jiménez, 2019).

### **2.2.1.2 Definición**

En el mundo de la construcción, los encofrados se fabrican con materiales que se encuentran fácilmente en nuestro entorno. A lo largo de los años, los moldes se han mejorado para un mejor acabado. En un principio, cuando la construcción tuvo un gran auge, la madera era el material más utilizado, pero se ha ido optimizando y modernizando hasta el punto de utilizar madera, metal, plástico y resinas fenólicas como sistemas de encofrado

Según Vásquez (2011) los encofrados es un sistema que permita obtener una estructura que cumpla con los niveles, perfiles, dimensiones y alineamientos requeridos por las especificaciones técnicas y planos de los elementos estructurales de una edificación.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), los encofrados se definen como “un conjunto de elementos que sirven para sujetar un bloque de hormigón hasta que se endurece, y también se le conoce con otros nombres como patrón, forma, moldes, etc.”

Para Delgado (2016) afirma que para realizar un encofrado puede hacer uso de diversos materiales, siendo los más comunes la madera, acero y triplay, pero ello no indica que son los únicos que puedan emplearse, sino que puede ser cualquier otro material idóneo para su elaboración, siempre y cuando cumpla con las siguientes funciones: Buena resistencia para el soporte de cargas de diseño, relación entre número de usos y costos y fácil transporte y manejo en la construcción de la estructura.

Según Delgado (2016), el encofrado ha ido evolucionando, y en la Época Romana y Medieval: Las primeras estructuras de hormigón macizo fueron de los romanos y se cree que facilitaron el encofrado en la construcción. El hormigón macizo (hormigón simple) no puede soportar grandes fuerzas de torsión y tracción, y las estructuras realizadas con encofrado son estructuras comprimibles como arcos, arcos

y cúpulas. La cúpula del Panteón de Roma es la estructura más destacada de este período. Hicimos un andamio para el encofrado e hicimos un encofrado temporal (encofrado) en la forma de la estructura diseñada. Estas herramientas auxiliares de construcción no solo se utilizan para levantar y verter hormigón, sino también para trabajos de albañilería y acabados posteriores. Como sabemos históricamente, los romanos fueron expansionistas y conquistadores, y llevaron la tecnología del encofrado a la mitad del mundo que invadieron. Así fue como estas personas conocieron el nuevo encofrado.

Para Delgado (2016) en la Época Moderna: El hormigón prioriza directamente el uso del encofrado, y sin conocer el nacimiento del hormigón, no se puede conocer el desarrollo del encofrado. El encofrado no se desarrolló en la Edad Media, y el progreso del encofrado en ese momento estaba estancado, a diferencia del Imperio Romano, que se extendió como una revelación. Por otro lado, la sombra del pasado provocó una mejora en la construcción de piedra que redujo el encofrado. Para tipos de estructuras similares: cúpulas, arcos, bóvedas, entre otros. En cuanto al desarrollo de la construcción, sucedió a fines del siglo XVII, y en cuanto a la revolución, sucedió después del siglo XIX. Parker, quien vendió el primer cemento hecho por el hombre ahora conocido como Portland Smeaton y más tarde disponible, realmente impulsó el cemento en sus formas naturales y hechas por el hombre porque investigaron sobre estos nuevos materiales. Fue cuando avanzó y descubrió su comportamiento. Que luego impulsó la construcción del horno Hoffmann y más tarde el horno rotatorio se utilizó de manera más óptima en la producción de cemento. Gracias a las plantillas, se han introducido nuevas piedras naturales que parecen piedras reales para simular estructuras más grandes. Gracias a su similitud con la piedra ya la industrialización del mármol como ornamento, la industrialización del mármol se ha desarrollado alejándose del mundo de la construcción, que era el responsable de la producción de estructuras. Con la llegada de este nuevo material de construcción (el cemento) un gran número de artistas y arquitectos comenzaron a experimentar y así surgió Monie y su primera patente de hormigón armado. Hennebique apareció en 1870. Abajo. Ya en el siglo XIX se investigaba hasta qué punto se podía utilizar el hormigón armado en estructuras verticales y horizontales. Luego vino el uso completo del hormigón en la construcción, y al igual que el movimiento modernista que evitó el eclecticismo, se requería el uso de encofrado, ya sea horizontal o vertical, en cada edificio. Se hizo un hormigón armado razonable. Entonces se puede considerar a los ingenieros como los impulsores del encofrado, principalmente la escuela francesa "l'ecole du Ponts et Chaussers", construir con ladrillos cocidos es una gran tradición, las arquitecturas mismas, el maestro es

quien realmente marca la tendencia y la necesidad de llevarla en. La psique se olvida de los ornamentos y aporta una arquitectura libre que no oculta la estructura. Le Corbusier es un ejemplo notorio. En este punto nace el encofrado de losas, y cada vez que se completa el sistema de encofrado, aquí nace el uso y la seguridad de materiales específicos, puntales, placas de acabado y barras.

Según Delgado (2016), en la Época Contemporánea: Los sistemas de encofrado actuales ofrecen muchas soluciones rápidas y sencillas para la construcción de cimientos, columnas u otros elementos estructurales como cimientos. Hoy, gracias a las propiedades que ofrecen las estructuras de hormigón y su rapidez de ejecución, el uso de sistemas de encofrado ha liberado a la industria de la construcción y se ha convertido en un verdadero principio del antiguo sistema. Con el tiempo, todo el concreto y sus diversas formas de encofrado se perfeccionarán para brindar un rendimiento óptimo para el trabajo. El acero es el componente principal y eficaz de la obra. Tamaño mediano y grande con alta eficiencia y rápido montaje. Desde este punto de vista, el uso del hormigón armado ha disminuido, pero en estructuras como columnas, vigas y pisos se ha ampliado su rango, y en infraestructuras de gran envergadura como puentes y presas, cursos de agua, etc. Por tanto, la colocación del encofrado está directamente relacionada con el hormigón y se debe asegurar que su uso en la construcción así lo indique. Los sistemas de encofrado se requieren ahora como una herramienta básica para llevar a cabo los proyectos en curso. Después del final de la Segunda Guerra Mundial, los sistemas de encofrado de metal alcanzaron su apogeo y tomó tiempo y esfuerzo para establecerse en el mercado, por lo que han existido por más de 20 años. Tener confianza en la construcción, acostumbrarse a ella, obtener todos los beneficios y conocer su calidad es un gran paso adelante. La forma en que se formó ya supuso un avance tecnológico desde que se vio el primer panel de 20 m<sup>2</sup>.

### **2.2.1.3 Tipos de encofrados**

Según Castañeda y López (2015), el sistema de encofrado utilizado para crear, con el tiempo, el proceso de tecnología e industrialización tiene éxito con la artesanía, y el encofrado no puede escapar a esta realidad. El tipo de encofrado depende de su aplicación, material de construcción y método de trabajo.

Se puede utilizar para encofrar muros, columnas, vigas, losas, etc., según la aplicación y los requisitos.

Existen varios tipos de uso de encofrados metálicos y organizaciones especiales

delegadas para brindar soluciones integrales a diversas “necesidades, tanto en el campo de la construcción de viviendas como en el de obras civiles (infraestructura), como se muestra a continuación, varias organizaciones:

Forsa: Permitió, en un día, y en una sola fase, blanquear específicamente la fachada, las paredes interiores y la losa de la casa. Es más rápido que otros sistemas porque es ligero, fácil de montar y desmontar, y se traslada manualmente de una planta a otra sin necesidad de grúa.

Ulma: Consola de carga sobredimensionada, diseñada para el montaje de piezas de construcción de hormigón en voladizo y elevaciones suficientes. Ejemplo, en la obra parte 2 del Ferrocarril Eléctrico.

Según Alva (2017), los encofrados se pueden clasificar de la siguiente manera.

Encofrados simples: Este tipo de encofrados conforman las pequeñas construcciones, las cuales pueden ser dominadas por un albañil y por el maestro de obra. Los encofrados simples se utilizan madera en su estado natural con amarres o con clavos, las cuales forma una estructura que permite realizar pequeños vaciados de concreto.

Encofrados verticales: Esta clase de encofrado se utiliza para el vaciado de elementos verticales como losas, columnas y muros, cuyo principal objetivo es absorber las cargas horizontales debidas al corte del hormigón en su estado fresco y líquido. El encofrado vertical dura más porque sufre menos desgaste al retirarlo.

Encofrados horizontales: El encofrado horizontal es el que permite la ejecución de estructuras horizontales como losas, vigas, etc., compuestas por recursos repetidos. Esta clase de encofrado está hecho para soportar cargas verticales, no de empuje.

Encofrados estacionarios: Son aquellos utilizados con el fin de prefabricar elementos de cualquier forma o dimensión.

Encofrados industrializados: Los encofrados industrializados son los que forman encofrados verticales y horizontales, sin embargo, implican una alta racionalización en su diseño, lo que permite una alta productividad en la ejecución.

Encofrado modular: Son componentes plegables y reutilizables. Pueden ser de metal o el plástico. Su instalación incluye la tecnología de partes externas, soportes con ménsulas, tornillos o clips para simplificar el proceso armado y desarmado, recomendado para grandes producciones.

Encofrado perdido: Denotado por el nombre dado en este caso no está diseñado

para su reutilización ya que el material es el más utilizado. Los materiales de producción son plástico, cartón o cerámica. Otra característica importante del sistema es que los moldes son material adherido permanentemente a la estructura.

**Encofrado deslizante:** Este sistema de encofrado se recomienda para aplicaciones que requieran espesores y alturas variables de la estructura. Su instalación requiere un sistema de elevación hidráulica de alta precisión. una de las principales ventajas de las plantillas es que el deslizamiento es refuerzo, posible fundición y al mismo tiempo.

**Encofrado de aluminio:** Sistemas de encofrado recomendados hacia una edificación de muros, columnas, vigas y plataformas. Constan de los siguientes módulos aluminio reciclable.” Puedes encontrar plantillas en esta sección Portátil, fácil de operar e instalar. También existen formas denominadas sistemas trepadores. Se instalan mediante una grúa para su traslado y se encuentra en diferentes partes del edificio.

#### **2.2.1.4 Secciones geométricas de elementos estructurales**

Según Arapa y Maldonado (2019) “En cuanto al aspecto geométrico de los elementos de construcción, su sección transversal puede adoptar una variedad de formas y, aunque son asimétricas, por razones estructurales, una cierta regularidad geométrica tiene ventajas”. Son las siguientes:

**Vigas y vigas de cimentación:** Estos son elementos estructurales horizontales que presentan una sección rectangular.

**Columnas:** afirman que este elemento estructural puede tener un encofrado con sección geométrica como cuadradas, rectangulares, circulares, triangulares e incluso presentar secciones en T y en L.

**Placas:** Este elemento estructural vertical, puede presentar una sección geométrica rectangular, las cuales se diferencian con las columnas, por tener una longitud de un lado mayor a la otra.

### **2.2.2 Encofrado metálico**

#### **2.2.2.1 Definición**

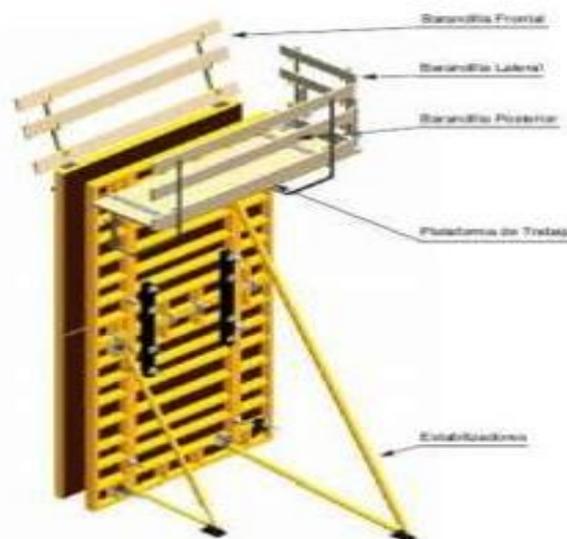
Según Arapa y Maldonado (2019) el encofrado metálico es un tipo de encofrado que posee como función esencial brindar a la mezcla de concreto una forma proyectada para proveer su estabilidad, asegurar la protección y la buena colocación de sus

armaduras. Antes de usar encofrado de metal en paredes, con mayor frecuencia y comúnmente utilizado es el uso de ladrillos macizos. Ahora este tipo de construcción se sigue viendo, pero en determinados proyectos y utilizado en proporciones más pequeñas, construcción fácil de aplicar. Si este sistema móvil no es rentable en sí, es decir, una inversión tan grande es algo absurdo. Por lo tanto, para este sistema de encofrados para muros, losas y pilares utilizados y grandes estructuras construcción. Con el tiempo, la tecnología y el proceso la industrialización gana estatus en la artesanía, el encofrado no puede escapar de esta realidad.

Inicialmente, la madera era el material principal para el moldeado estructural, pero el desarrollo del uso de otros materiales y el uso cada vez mayor de accesorios especializados cambiaron gradualmente la historia de los tableros. Hoy en día, la proliferación de elementos prefabricados, la colocación y limpieza de residuos por medios mecánicos obliga muchas veces a la construcción de encofrados más duraderos tanto en el manejo como en el uso, y esto implica el uso de moldes según el autor (Neumann, 2017).

### **Figura 1**

#### *Encofrado metálico*



*Nota:* la figura representa el encofrado metálico según el autor Alva (2017)

Por otra parte, Delgado (2016), sostiene que el sistema de encofrado metálico está conformado por materiales como acero y aluminio, se considera que el encofrado de metal compite con el encofrado de aluminio. También se debe evaluar la productividad para asegurar el mejor acabado posible y evitar costes adicionales. Una alternativa que se plantea es comparar la eficiencia de ambos sistemas. El acero se ha

transformado en uno de los materiales de mayor importancia en los encofrados metálicos, las cuales presentan mayores resistencias frente a los encofrados de madera y pueden ser prefabricados en dimensiones estándar o aquellos que pueden ser fabricados para un uso determinado.

### **2.2.2.2 Características del encofrado metálico**

Es aquel que se caracteriza por su flexibilidad, simplicidad, rentabilidad, alta eficiencia en el montaje y desmontaje.

#### **a. Características físicas**

- Resistente a la corrosión.
- Resistente a los esfuerzos de compresión y tensión.
- Soportan una presión máxima de 5,850 kg/m<sup>2</sup> de vaciado con una altura de 2,4 m.
- El 1 m<sup>2</sup> pesa 35 kg aproximadamente, lo que permite la manipulación por un operario.

#### **b. Características funcionales**

- Presenta un acabado texturizado y liso.
- Fácil transporte y mano portable, las cuales puede ser instalados de forma manual por pocos operarios.
- Su funcionalidad en ambos sentidos vertical y horizontal.

#### **c. Ventajas**

- Alta productividad.
- Económico en proyectos.
- Buena calidad en los acabados finales.
- No requiere mano de obra especializada.
- Menos tiempo y consumo de material para el trabajo.
- Aumento de la rigidez estructural durante el vertido de hormigón.

### **2.2.2.3 Diferencia de madera y metal para encofrados**

Las diferencias entre el uso de madera y metal para encofrados se presentan en la tabla

1, indicando los acabados que tiene cada material en el sistema de encofrado que se emplea.

**Tabla 1**

*Diferencias entre madera y metal*

Madera	Metal
- Obtiene mejores acabados en el vaciado de concreto de vigas, columnas, muros o pantallas, así, como para el vaciado de losas y para acabados arquitectónicos.	- Los equipos de soporte: puntales, parales o andamios, si no se requiere acabados arquitectónicos o si se busca rentabilidad debida a la duración de los equipos y elementos prefabricados.

*Nota.* Cuadro comparativo entre materiales según ANDESCOL (2021).

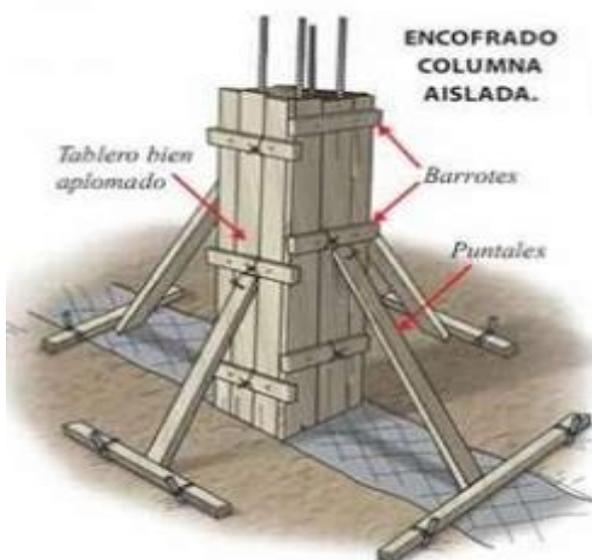
### 2.2.3 Encofrados de madera

#### 2.2.3.1 Definición

Según Palomino (2021), el encofrado de madera es el revestimiento, que generalmente se produce en el sitio utilizando aglomerado o madera contrachapada o tableros de madera tradicionales (tornillos). La madera utilizada debe ser resistente a la humedad, son elementos muy fáciles de hacer, mirando el plano, se utilizan para construcciones muy pequeñas, o estructuras que requieren un diseño especial, difíciles de encontrar las prefabricadas.

**Figura 2**

*Encofrado de madera*



*Nota.* La figura representa el encofrado de columna madera según el autor Alva (2017).

Si usa encofrado tradicional en estructuras de edificios grandes, llevará mucho tiempo completar la estructura, aunque es fácil de hacer. Tienen una vida corta y para muchos de ellos su duración se limita a la obra en sí, pero el material en sí es reutilizable, como los tableros utilizados para vigas, columnas o cantos, que pueden reutilizarse cuando se retiran, crear otra plantilla.

## **2.2.4 Eficiencia**

### **2.2.4.1 Definición**

La eficiencia de la construcción es definida como la relación entre los recursos utilizados en el proyecto y los logros alcanzados con su ayuda. La eficiencia es cuando se emplean menos recursos para lograr una misma meta, o se hacen más recursos con los mismos o menos recursos.

La eficiencia es descrita desde la su dimensión Uso de los Recursos, esta a su vez es abordada por los indicadores: Tiempo de entrega, Gestión de inventario, % Compras bajo Convenios y Alianzas, Costo de calidad, H-H (Horas Hombre) en proceso, Tiempo como optimización de proceso productivo.

Esto incluye la capacidad de contener, la capacidad o habilidad para lograr un objetivo utilizando los recursos mínimos disponibles. Las acciones efectivas son acciones que recomiendan políticas racionales y consistentes que maximicen y optimicen el tiempo, los recursos y la toma de decisiones.

La eficiencia mide el comportamiento interno de una empresa en términos del consumo de recursos y procesos utilizados para lograr objetivos predeterminados. En otras palabras, determina la elección alternativa que proporciona el mayor resultado para un uso dado de los recursos. Ser efectivo significa aprovechar al máximo lo que la organización espera lograr. En definitiva, la eficiencia permite evaluar económicamente los resultados al establecer una relación entre fines y medios según los autores (Fuentes y Guanga, 2021).

La eficiencia es "la capacidad de alguien o algo para lograr "efecto distinto" según RAE (2020). Hablando de eficiencia material El encofrado significa necesariamente su vida útil y productividad. Las ganancias se amortizan con el tiempo. Ningunos análisis de uso de encofrado de metal a considerar compiten con el encofrado de aluminio. También es necesario evaluar la productividad para asegurar el mejor acabado posible y evitar costes más tarde. Una alternativa sugerida es comparar la eficiencia de los dos. Sistemas que muestran las mejores alternativas (rendimiento y

número de usos). Donde podemos concluir que la eficiencia es lograr un mismo objetivo con los menores recursos posibles a un menor tiempo, reducidos costos y con la calidad esperada.

Para los autores García et al. (2019), el término eficiencia se utiliza para relacionar el esfuerzo con los resultados. Cuanto mayor sea el resultado, mayor será el efecto. La eficiencia aumenta cuando se obtienen mejores resultados con la menor cantidad de recursos y esfuerzo. Se utilizan dos factores para medir o evaluar la eficiencia organizacional: el costo y el tiempo. Por tanto, la eficiencia contribuye no sólo a los beneficios de la empresa, sino también a la mejora de los recursos humanos, al desarrollo y progreso de las personas, de la empresa y de su entorno. De nuestro análisis de este indicador, podemos deducir que ninguno de ellos puede considerarse de forma independiente, ya que cada uno proporciona una medida parcial del resultado. Es por esto que deben ser considerados sistemas a la hora de medir la gestión de una organización. En este estudio, el uso de recursos representa una subsección de la dimensión eficiencia, cuya métrica se determina desde un punto de vista puramente económico durante la retención de clientes o la adquisición de nuevos clientes, con calidad, costo y tiempo de respuesta y contribuye de manera efectiva a la gestión basada en resultados mejora. En cuanto a la gestión del suministro de materiales.

#### **2.2.4.2 Medición de la eficiencia**

Primero, se realizó un análisis de eficiencia utilizando límites no proporcionales DEA (Data Envelopment Analysis). De manera similar, la estimación del cambio en el rendimiento se determina utilizando el índice de Malmquist y sus componentes. En la segunda etapa, los indicadores de desempeño estimados en la primera etapa se utilizan como variables explicativas y los determinantes de la eficiencia (participación de mercado, tamaño de la empresa, crecimiento regional y tiempo) se convierten en variables independientes. Parte de la razón de ser de DEA (Análisis de envolvente de datos) radica en su capacidad para utilizar completamente los datos disponibles y la capacidad de la programación lineal para realizar esta tarea a la perfección. DEA tiene varias ventajas al comparar este método con SFA paramétrico (análisis de frontera aleatoria). Por lo tanto, es posible el análisis de múltiples insumos y productos, medidos en diferentes unidades, que revela las fuentes de ineficiencia al cuantificar el uso excesivo de los insumos requeridos o el número de productos requeridos; No se requieren suposiciones iniciales. Forma concreta de la frontera de producción. Estas circunstancias llevaron a la DEA a elegir esta obra. Sin embargo, observamos que muchas debilidades de este método, como la influencia de datos atípicos y la

incapacidad de sacar conclusiones estadísticas para probar hipótesis, pueden limitar nuestros resultados.

### **2.2.4.3 Factores de la eficiencia**

#### **a. Costo de la construcción**

Según Arapa y Maldonado (2019), el precio total de una obra, es producto de la sumatoria de los costos directos e indirectos componentes del presupuesto total, es necesario realizar un análisis de costos. Así tenemos:

- Costo de la mano de obra: Los costos laborales se basan en la cantidad de trabajo que un trabajador puede realizar en un período de tiempo determinado, o el llamado rendimiento.
- Costo de materiales: El costo de material se calcula en función de los precios de mercado actuales en la fecha de finalización del proyecto.
- Herramientas y equipos: Calcule la ocurrencia de herramientas y equipos menores que se utilizarán en el trabajo.

#### **b. Tiempo de la construcción**

En la práctica, el tiempo de construcción está ligado al cronograma del proyecto. Esto incluye analizar la secuencia de actividades, su duración, los requisitos de recursos y sus limitaciones para controlar el cronograma anterior, monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el plan del proyecto.

#### **c. Tiempo de los encofrados**

Según Arapa y Maldonado (2019), la plantilla debe coincidir con las siguientes especificaciones:

- El plan debe coordinarse correctamente para seguir el archivo de configuración y el tamaño.
- Son lo suficientemente firmes como para evitar la deformación causada por la presión de concreto u otras cargas.

- Soportes y conexiones aseguran la estabilidad y rigidez de la estructura.
- El número de veces de uso de la plantilla debe determinarse de acuerdo con la documentación técnica o los materiales utilizados para la plantilla.
- Debe estar hermético para evitar que la lechada de concreto se filtre a través de las juntas del encofrado.
- Las tolerancias del molde deben ser inferiores a 6 mm por cada 6 m de elementos estructurales.

#### **d. Tiempo de ejecución del encofrado**

Según Arapa y Maldonado (2019), el tiempo de ejecución de la plantilla está vinculado al cronograma del proyecto. Esto incluye analizar la secuencia, la duración, los requisitos de recursos y sus limitaciones de las actividades de la plantilla para controlar el progreso de lo anterior, monitorear el estado de las actividades de la plantilla para actualizar su progreso. Por ejemplo, las plantillas de metal son más eficientes y le permiten crear plantillas en menos tiempo:

- Rendimiento encofrado cilíndrico de madera: 10 m<sup>2</sup>/día (CAPECO).
- Rendimiento de encofrado metálico en pilares: 20 m<sup>2</sup>/día (EFCO).

Si tenemos una columna de 60 m<sup>2</sup> que necesita encofrado: Madera = 60 m<sup>2</sup>/10(m<sup>2</sup>/día) = 6 días. Metal = 60 m<sup>2</sup>/20 (m<sup>2</sup>/día) = 3 días. Relativo al tiempo. Relación con respecto al tiempo: Madera/ Metálico = 6/3. La relación muestra que con las plantillas de metal podemos duplicar el rendimiento al mismo tiempo (Alva, 2017).

#### **e. Calidad en la construcción**

Según la Norma Internacional Standar Organization ISO (Sistema de Gestión de Calidad), calidad se define como grado en el que un conjunto de características de un producto o servicio cumple con los requisitos y/o necesidades del cliente, conseguido mediante el uso óptimo de los recursos.

En la construcción de edificaciones, los requisitos y necesidades del cliente están definidos en los planos y especificaciones técnicas.

#### **f. Control de calidad**

Según los autores Castañeda y López (2015), el control de calidad se refiere a las actividades operativas que permiten llevar a cabo un proceso y evitar desviaciones o desviaciones de las expectativas a lo largo del proceso. La inspección se refiere a las actividades de control de calidad realizadas en el proceso correspondiente en un momento determinado, cuyo propósito es determinar si los resultados obtenidos en ese momento cumplen con los requisitos especificados. Las actividades de control de calidad están subordinadas al nivel de actividad responsable de lograr la calidad en todo el proceso.

- **Calidad:** Según la ISO, es el grado en que un conjunto de características de un producto o servicio satisface los requerimientos y/o necesidades de los clientes, aprovechando al máximo los recursos prioritarios. Durante la construcción del edificio, los requisitos y necesidades del cliente se describen en planos y especificaciones. Al diseñar y construir formas, debe asumirse que funcionarán, pero la calidad depende del acabado deseado. Al eliminar elementos, podemos obtener dos tipos de terminaciones: (i) Concreto arquitectónico: en este caso, el aspecto del elemento será el mismo que después del desmontaje. Se requiere encofrado de alta calidad.” (ii) Concreto no arquitectónico: estos elementos se eliminan después del acabado, por lo que no se necesitan moldes de alta calidad en forma y acabado.
- **Control de Calidad:** Es un proceso mediante el cual se estandarizan la disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y fabricabilidad de un producto o servicio. El control de calidad como proceso debe incluir fases de planificación, control y mejora. La calidad en este sentido no se trata sólo de la durabilidad del producto o la satisfacción del servicio, sino también de la necesidad de cumplir con los estándares de rendimiento económico, desarrollo comercial y seguridad técnica establecidos por la gestión pública que te propongas.

El término inspección se refiere a la actividad de control de calidad del

proceso actualmente en revisión, con el propósito de determinar si los resultados alcanzados en esta etapa cumplen con los requisitos especificados.

Las actividades de control de calidad dependen de una jerarquía de actividades que son responsables de lograr la calidad a lo largo del proceso. El control de calidad del encofrado en obra es muy importante ya que va a recibir y verter el hormigón, el encofrado debe dar la forma deseada a la estructura de hormigón, si el elemento presenta algún defecto por daños causados por una mala ejecución del encofrado, el resultado debe ser incompleto y debe ser comprado Rechazado o en el peor de los casos tuvo que ser demolido partes enteras del edificio. Las plantillas deben cumplir con los siguientes requisitos para participar en estos proyectos:

- El encofrado debe estar nivelado de acuerdo con la estructura requerida y el tamaño del plan.
- Que sean lo suficientemente rígidos para evitar la deformación debido a la presión del concreto u otras cargas.
- Que barras de apoyo y conexiones aseguran la estabilidad y rigidez de la estructura.
- El encofrado debe tener el número de aplicaciones especificado en los expedientes técnicos o adecuado para el material de encofrado.
- Debe haber una junta de sellado que no permita que la solución de concreto fluya a través de las juntas del encofrado.
- La tolerancia de deflexión del encofrado debe ser inferior a 6 mm por cada 6 metros de elementos estructurales.

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1 Concreto**

Es un producto que consiste en un agente aglutinante (pegamento) llamado pasta, en medio del cual hay partículas, es decir, agregados incrustados de varios tamaños (Sencico, 2014).

### **2.3.2 Encofrado**

El encofrado es un molde para contener la mezcla de concreto, generalmente armado in situ (Murgia, 2017).

### **2.3.3 Encofrado horizontal**

Es un tipo de encofrado que suelen estar sustentados con apeos o cimbras para elementos horizontales como vigas y losas (Guerrero, 2018).

### **2.3.4 Encofrado vertical**

Es un tipo de encofrado que deben soportar cargas horizontales y verticales hasta que el concreto haya logrado una resistencia característica (Alva, 2017).

### **2.3.5 Madera**

Es un material flexible, natural y resistente, la cual puede ser rolliza o aserrada o con contrachapado para encofrados (Delgado, 2016).

### **2.3.6 Metal**

Es un material que se caracteriza por ser buen conductor de electricidad y calor, y para encofrados, los moldes con este material se utilizan para contener el concreto para darle forma hasta que la mezcla haya fraguado (Andescol, 2021).

### **2.3.7 Presión en el concreto**

Esta es la fuerza de relleno máxima y es cero cuando el hormigón se endurece, aunque aún no haya alcanzado su resistencia (Arapa y Maldonado, 2019).

### **2.3.8 Eficiencia**

“Lograr el mismo objetivo con menos recursos” incluyendo procesos, funciones, tiempo y costos según los autores (Arapa y Maldonado, 2019).

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

El tipo de investigación es explicativa ya que según Carrasco (2016) la investigación explicativa se utiliza para explicar el comportamiento de una variable (variable dependiente) en función de una a más variables independientes. Este tipo de estudio permite explicar, comprender e interpretar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones. Según el nivel es una investigación aprehensiva, porque analiza y compara el encofrado metálico y encofrado de madera para determinar el más eficiente en la construcción de la Biblioteca de la UNAM.

El diseño es de campo ya que para Hernández y Mendoza (2019) es cuando la investigación se realiza en un ambiente natural, en el que no hay manipulación de variables.

### **3.2 Población y muestra de estudio**

#### **3.2.1 Población de estudio**

Este estudio considera población a los sistemas de encofrados existentes en nuestro país como encofrado de madera, encofrado metálico, encofrado con triplay, entre otros.

#### **3.2.2 Muestra de estudio**

Esta investigación determina como muestra de estudio al sistema de encofrado convencional con madera y encofrado metálico en construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha de Ilo, departamento de Moquegua

### **3.3 Operacionalización de variables**

**Tabla 2***Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
<b>Sistema de encofrado</b>	Un encofrado es un conjunto de elementos que actúan como encofrado para recibir un bloque de hormigón y sujetarlo hasta su total fraguado. El molde está hecho de varios materiales como madera, metal, plástico, fibra, etc. Según Chunga y Ramírez (2019)	Características del encofrado metálico	Costos
			Mano de obra
		Características del encofrado de madera	Rendimiento
			Costos
<b>Eficiencia</b>	Según los autores Fuentes y Guanga (2021), se refiere al uso de la cantidad correcta de recursos para lograr una meta con la menor cantidad de recursos o para lograr más con los mismos o menos recursos.	Características de la eficiencia	Costo
			Tiempo
			Calidad

**3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos****3.4.1 Técnicas y Recopilación de Datos**

La técnica utilizada para la recopilación de datos es la recopilación de documentos. El trabajo se lleva a cabo en el sitio y en la oficina. Los elementos estructurales a analizar en gabinetes de obra están determinados por la variable independiente (sistema plantilla) y la variable dependiente al momento de planificar el caso técnico. También se elaboran fichas de observación y/o análisis. Para el trabajo en el sitio, se utilizan listas de verificación para comparar las medidas de los elementos estructurales del edificio con los planos del edificio.

**3.4.2 Descripción General**

Se procedió a analizar los sistemas de encofrados (madera y metálico) en función a los indicadores como son el costo, la mano de obra y el rendimiento, los cuales ayudaran a determinar el más eficiente para la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, departamento de Moquegua.

Para el análisis de los sistemas de encofrado se ha determinado analizar los elementos estructurales como son columnas, placas, vigas y losas macizas tal y como se presentan en la tabla 3, tabla 4, tabla 5 y tabla 6, indicando las dimensiones de cada elemento estructural.

**Tabla 3**

*Elementos estructurales a analizar (columnas)*

<b>Columnas</b>					
<b>Item</b>	<b>Elemento</b>	<b>Nivel</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Perímetro</b>	<b>Altura</b>
<b>Bloque A</b>					
	Ca-01	1ro	4,00	1,80	6,30
	Ca-02	1ro	1,00	1,80	6,30
	Ca-03	1ro	1,00	1,60	6,30
	Ca-04	1ro	1,00	2,00	6,30
	Ca-05	1ro	1,00	1,97	6,30
<b>Bloque B</b>					
	Cb-01	1ro	4,00	1,80	6,20
	Cb-02	1ro	2,00	2,00	6,20
	Cb-03	1ro	1,00	2,90	6,20
	Cb-04	1ro	1,00	3,70	6,20
	Cb-05	1ro	2,00	2,00	6,20
<b>Bloque C</b>					
	Cc-01	1ro	2,00	1,80	6,30
	Cc-02	1ro	1,00	2,30	6,30

**Tabla 4***Elementos estructurales a analizar (placas)*

<b>Placas</b>					
<b>Item</b>	<b>Elemento</b>	<b>Nivel</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Perímetro</b>	<b>Altura</b>
<b>Bloque A</b>					
	Pa-01	1ro	1,00	7,00	6,30
	Pa-02	1ro	1,00	13,70	6,30
	Pa-03	1ro	4,00	4,60	6,30
	Pa-04	1ro	1,00	6,37	6,30
	Pa-05	1ro	1,00	5,50	6,30
	Pa-06	1ro	1,00	5,60	6,30
	Pa-07	1ro	1,00	6,60	6,30
	Pa-08	1ro	1,00	15,05	6,30
<b>Bloque B</b>					
	Pb-01	1ro	2,00	12,00	6,20
	Pb-02	1ro	2,00	6,70	6,20
	Pb-03	1ro	2,00	6,70	6,20
	Pb-04	1ro	2,00	6,76	6,20
	Pb-05	1ro	2,00	6,40	6,20
<b>Bloque C</b>					
	Pc-01	1ro	2,00	4,10	6,30
	Pc-02	1ro	1,00	5,30	6,30
	Pc-03	1ro	1,00	3,00	6,30
	Pc-04	1ro	1,00	4,40	6,30
	Pc-05	1ro	1,00	5,87	6,30
	Pc-06	1ro	1,00	3,95	6,30
	Pc-07	1ro	1,00	5,60	6,30

**Tabla 5***Elementos estructurales a analizar (vigas)*

<b>Vigas</b>					
<b>Item</b>	<b>Elemento</b>	<b>Nivel</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Perímetro</b>	<b>Largo</b>
<b>Bloque A</b>	V-A (30x60)	1ro	1,00	1,33	184,54
<b>Bloque B</b>	V-B (30x65)	1ro	1,00	1,43	230,26
<b>Bloque C</b>	V-C (30x60)	1ro	1,00	1,33	104,04

**Tabla 6***Elementos estructurales a analizar (losas macizas)*

<b>Losa Maciza</b>					
<b>Item</b>	<b>Elemento</b>	<b>Nivel</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Perímetro</b>	<b>Altura</b>
<b>Bloque A</b>	Lm-A	1ro	1,00	1,959,82	0,17
<b>Bloque B</b>	Lm-B	1ro	1,00	1,258,59	0,17
<b>Bloque C</b>	Lm-C	1ro	1,00	881,71	0,17

**3.4.3.1 Sistema de encofrado metálico**

Para poder determinar que el encofrado metálico es el más eficiente se tiene que realizar el análisis de los tres indicadores desde el punto de vista de costo, mano de obra y rendimiento. Para poder analizar estos indicadores se realizó la cotización a dos empresas locales que realizan el alquiler de encofrado metálico. Con dichas cotizaciones se calculó un valor promedio, y así se procederá a elaborar un análisis de costos unitarios, dato que nos permitirá analizar los tres indicadores antes mencionados.

**3.4.3.2 Sistema de encofrado de madera**

Para el sistema de encofrado de madera, de igual manera se tiene que realizar el análisis para determinar la eficiencia desde el punto de vista de los tres indicadores costo, mano de obra y rendimiento.

Para poder determinar el costo del encofrado de madera, se elaborará el análisis de costos unitarios, considerando mano de obra utilizada en campo, materiales utilizados en campo y rendimiento ejecutado en campo; esto con la finalidad de no utilizar los análisis de costos unitarios que contempla el expediente técnico los cuales se consideran como ideales, sin embargo, muchas veces no son datos reales.

Las horas hombre que se consideraron para la tabla 7, fueron tomadas de la tabla salarial de régimen de construcción civil.

**Tabla 7***Costos por hora hombre*

<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Mano de Obra</b>		
Capataz	HH	24,05
Operario	HH	21,86
Oficial	HH	17,51
Peón	HH	15,78

*Nota. Tabla salarial de régimen de construcción civil.*

Según la información que se levantó en campo, se pudo observar los materiales que se utilizaron para realizar el encofrado de madera de placas, tal y como se observa en la tabla 8, sin embargo, para determinar los precios se revisó el acervo documentario de las órdenes de compra que adquirió la obra.

**Tabla 8***Relación de insumos encofrado de madera en placas*

<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Materiales</b>		
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal	149,00
Alambre Negro N° 08	kg	5,30
Triplay (Tablero Contrachapado) De Fenolico 18 Mm X 1.22 M X 2.44 M	p2	4,01
Clavos Con Cabeza De 3"	kg	5,50
Madera Tornillo Inc/Corte	p2	4,00
Esparrago 5/8" X 3m	und	60,00
Tuerca De Fierro	und	11,00
Tubo De Acero Negro Rectangular 2 Mm X 40 Mm X 80 Mm X 6 M	und	90,00
Parante De Metal 2 Mm X 2.40 M	und	165,00
<b>Equipo</b>		
Herramientas Manuales	% MO	% MO

Según la información que se levantó en campo, se realizó la toma de fotografías donde se puede observar el encofrado de madera de placas, tal y como se observa en la figura 3.

**Figura 3***Encofrado de placas*

Según la información que se levantó en campo, se pudo observar los materiales que se utilizaron para realizar el encofrado de madera de columnas, tal y como se observa en la tabla 9, sin embargo, para determinar los precios se revisó el acervo documentario de las órdenes de compra que adquirió la obra.

**Tabla 9***Relación de insumos encofrado de madera en columnas*

Descripción Insumo	Unidad	Precio
<b>Materiales</b>		
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal	149,00
Alambre Negro N° 08	kg	4,00
Triplay (Tablero Contrachapado) De Fenólico 18 Mm X 1.22 M X 2.44 M	p2	4,01
Clavos C/Cabeza P/Construcción D. Promedio	kg	4,50
Madera Tornillo Inc/Corte	p2	6,20
Esparrago 5/8" X 3m	und	60,00
Tuerca De Fierro	und	11,00
Tubo De Acero Negro Rectangular 2 Mm X 40 Mm X 80 Mm X 6 M	und	90,00
Parante De Metal 2 Mm X 2.40 M	und	165,00
<b>Equipo</b>		
Herramientas Manuales	%MO	%MO

Según la información que se levantó en campo, se realizó la toma de fotografías donde se puede observar el encofrado de madera de columnas, tal y como se observa

en la figura 4.

**Figura 4**

*Encofrado de madera en columnas*



Según la información que se levantó en campo, se pudo observar los materiales que se utilizaron para realizar el encofrado de madera de placas, tal y como se observa en la tabla 10, sin embargo, para determinar los precios se revisó el acervo documentario de las órdenes de compra que adquirió la obra.

**Tabla 10**

*Relación de insumos encofrado de madera en vigas*

Descripción Insumo	Unidad	Precio
<b>Materiales</b>		
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal	149,00
Clavos C/Cabeza P/Construcción D/Promedio	kg	4,50
Madera Tornillo Inc/Corte	p2	6,20
Triplay (Tablero Contrachapado) De Fenólico 18 Mm X 1.22 M X 2.44 M	p2	4,01
Esparrago 5/8" X 3m	und	60,00
Tuerca De Fierro	und	11,00
Tubo De Acero Negro Rectangular 2 Mm X 40 Mm X 80 Mm X 6 M	und	90,00
<b>Equipo</b>		
Herramientas Manuales	%MO	%MO
Alquiler De Cimbra (Incluye Accesorios)	serv	33,88

Según la información que se levantó en campo, se realizó la toma de fotografías donde se puede observar el encofrado de madera de los fondos de viga y caras laterales

de vigas, tal y como se observa en la figura 5 y figura 6.

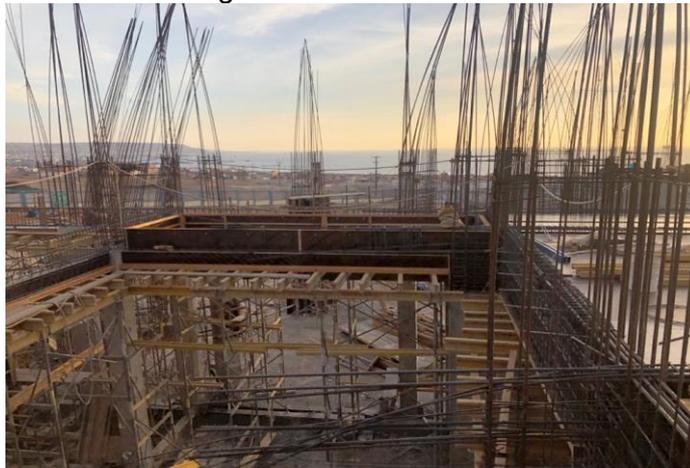
**Figura 5**

*Encofrado de fondo de viga*



**Figura 6**

*Encofrado de vigas*



Según la información que se levantó en campo, se pudo observar los materiales que se utilizaron para realizar el encofrado de madera de losas macizas, tal y como se observa en la tabla 11, sin embargo, para determinar los precios se revisó el acervo documentario de las órdenes de compra que adquirió la obra.

**Tabla 11***Relación de insumos encofrado de losas macizas*

<b>Encofrado De Madera En Losas Macizas</b>		
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Materiales</b>		
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal	149,00
Clavos C/Cabeza P/Construcción D. Promedio	kg	4,50
Triplay (Tablero Contrachapado) De Fenólico 18 MM X 1.22 M X 2.44 M	p2	4,01
<b>Equipo</b>		
Herramientas Manuales	% MO	% MO
Alquiler De Cimbra (Incluye Accesorios)	serv	78,08

Según la información que se levantó en campo, se realizó la toma de fotografías donde se puede observar el encofrado de madera de losas macizas, tal y como se observa en la figura 7 y figura 8.

**Figura 7***Encofrado de losas macizas*

**Figura 8***Encofrado de Losas Macizas*

Para determinar el rendimiento se observó la cantidad de mano de obra (cuadrilla) para el encofrado de placas, así mismo se tomó el tiempo (en días) que se demoraron dichas cuadrillas para el encofrado por bloques tal y como se muestra en la tabla 12, tabla 13 y tabla 14.

**Tabla 12***Rendimiento en Encofrado de madera en placas bloque "A"*

Ítem	Elemento	Perímetro	Altura	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Placas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
1	Pa-01	7,00	6,30	1,00	44,10			
2	Pa-02	13,70	6,30	1,00	86,31			
3	Pa-03	4,60	6,30	4,00	115,92			
4	Pa-04	6,37	6,30	1,00	40,10	18	27,38	0.1 Cap. +
5	Pa-05	5,50	6,30	1,00	34,65			01 Op. + 01
6	Pa-06	5,60	6,30	1,00	35,28			Of.
7	Pa-07	6,60	6,30	1,00	41,58			
8	Pa-08	15,05	6,30	1,00	94,82			
<b>Total</b>					<b>492,77</b>			

**Tabla 13***Rendimiento en Encofrado de madera en placas bloque "B"*

Ítem	Elemento	Perímetro	Altura	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Placas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
1	Pb-01	12,00	6,20	2,00	148,80			
2	Pb-02	6,70	6,20	2,00	83,08			0.1 Cap. +
3	Pb-03	6,70	6,20	2,00	83,08	14	34,15	01 Op. + 01
4	Pb-04	6,76	6,20	2,00	83,82			Of.
5	Pb-05	6,40	6,20	2,00	79,36			
<b>Total</b>					<b>478,14</b>			

**Tabla 14***Rendimiento en Encofrado de madera en placas bloque "C"*

Ítem	Elemento	Perímetro	Altura	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Placas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
1	Pc-01	4,10	6,30	2,00	51,66			
2	Pc-02	5,30	6,30	1,00	33,39			
3	Pc-03	3,00	6,30	1,00	18,90			0.1 Cap. +
4	Pc-04	4,40	6,30	1,00	27,72	18	12,71	01 Op. + 01
5	Pc-05	5,87	6,30	1,00	36,96			Of.
6	Pc-06	3,95	6,30	1,00	24,91			
7	Pc-07	5,60	6,30	1,00	35,28			
<b>Total</b>					<b>228,82</b>			

Para determinar el rendimiento se observó la cantidad de mano de obra (cuadrilla) para el encofrado de columnas, así mismo se tomó el tiempo (en días) que se demoraron dichas cuadrillas para el encofrado por bloques tal y como se muestra en la tabla 15, tabla 16 y tabla 17.

**Tabla 15***Rendimiento en Encofrado de madera en columnas bloque "A"*

Ítem	Elemento	Perímetro	Altura	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Columnas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
1	Ca-01	1,80	6,30	4,00	45,36			
2	Ca-02	1,80	6,30	1,00	11,34	14	6,56	0.1 Cap. + 01 Op. + 0,5 Of.
3	Ca-03	1,60	6,30	1,00	10,08			
4	Ca-04	2,00	6,30	1,00	12,60			
5	Ca-05	1,97	6,30	1,00	12,44			
<b>Total</b>					<b>91,82</b>			

**Tabla 16***Rendimiento en Encofrado de madera en columnas bloque "B"*

Ítem	Elemento	Perímetro	Altura	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Columnas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
1	Cb-01	1,80	6,20	4,00	44,64			
2	Cb-02	2,00	6,20	2,00	24,80	13	10,40	0.1 Cap. + 01 Op. + 0,5 Of.
3	Cb-03	2,90	6,20	1,00	17,98			
4	Cb-04	3,70	6,20	1,00	22,94			
5	Cb-05	2,00	6,20	2,00	24,80			
<b>Total</b>					<b>135,16</b>			

**Tabla 17***Encofrado de madera en columnas bloque "C"*

Ítem	Elemento	Perímetro	Altura	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Columnas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
1	Cc-01	1,80	6,30	2,00	22,68	9	4,13	0.1 Cap. + 01 Op. + 0,5 Of.
2	Cc-02	2,30	6,30	1,00	14,49			
<b>Total</b>					<b>37,17</b>			

Para determinar el rendimiento se observó la cantidad de mano de obra (cuadrilla) para el encofrado de vigas, así mismo se tomó el tiempo (en días) que se demoraron dichas cuadrillas para el encofrado por bloques tal y como se muestra en la tabla 18.

**Tabla 18***Encofrado de madera en vigas*

Ítem	Elemento	Perímetro	Largo	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Columnas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
<b>Bloque A</b>	V-A (30x60)	1,33	184,54	1,00	245,44	14	17,53	
<b>Bloque B</b>	V-B (30x65)	1,43	230,26	1,00	329,28	15	21,95	0.1 Cap. + 01 Op. + 01 Of. + 01 Pe.
<b>Bloque C</b>	V-C (30x60)	1,33	104,04	1,00	138,38	11	12,58	

Para determinar el rendimiento se observó la cantidad de mano de obra (cuadrilla) para el encofrado de losas macizas, así mismo se tomó el tiempo (en días) que se demoraron dichas cuadrillas para el encofrado por bloques tal y como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19***Encofrado de madera en losas macizas*

Ítem	Elemento	Perímetro	Altura	Cantidad	Área Del Encofrado	Tiempo De Instalación De Encofrado En Columnas (Día)	Rendimiento m <sup>2</sup> /Día	Cuadrilla Utilizada
<b>Bloque A</b>	Lm-A	1959,82	0,17	1,00	333,17	10,00	33,32	0.1 Cap. +
<b>Bloque B</b>	Lm-B	1258,59	0,17	1,00	213,96	7,00	30,57	02 Op. + 02 Of.
<b>Bloque C</b>	Lm-C	881,71	0,17	1,00	149,89	4,00	37,47	+ 01 Pe.

Como se puede observar se ha obtenido un rendimiento por cada bloque (A, B y C) para los diferentes elementos estructurales que venimos analizando, para lo cual hemos procedido a realizar un promedio para cada elemento estructural, dato que utilizaremos para la elaboración de análisis de costos unitarios del encofrado de madera tal y como se muestran en la tabla 20, tabla 21, tabla 22 y tabla 23.

**Tabla 20**

*Rendimiento promedio de encofrado de madera en placas*

Bloque	Rendimiento (m <sup>2</sup> /Día)	Promedio De Rendimiento (m <sup>2</sup> /Día)
Bloque A	27,38	
Bloque B	34,15	<b>24,75</b>
Bloque C	12,71	

**Tabla 21**

*Rendimiento promedio de encofrado de madera en columnas*

Bloque	Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)	Promedio de Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)
Bloque A	6,56	
Bloque B	10,40	7,03
Bloque C	4,13	

**Tabla 22**

*Rendimiento promedio de encofrado de madera en vigas*

Bloque	Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)	Promedio de Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)
Bloque A	17,53	
Bloque B	21,95	17,35
Bloque C	12,58	

**Tabla 23**

*Rendimiento Promedio de Encofrado de madera en losa maciza*

Bloque	Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)	Promedio de Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)
Bloque A	33,32	
Bloque B	30,57	33,79
Bloque C	37,47	

La calidad de la superficie dependerá que se desee, al realizar el desencofrado de un elemento estructural, por lo que el control de calidad es muy importante en la

obra.

Bajo la premisa anterior se vio por conveniente evaluar la calidad de los elementos estructurales como son placas, columnas, vigas y losas macizas, ya sea en encofrado de madera o encofrado metálico, utilizando la escala de Likert la clasificación que se utilizo fue muy malo con una puntuación de (1), malo (2), regular (3), bueno (4), muy bueno (5), para lo cual se realizó un cuestionario al personal obrero que trabaja en el proyecto.

El cuestionario consta de 16 preguntas formuladas por el investigador. El cuestionario como se explicó se aplicó a 24 trabajadores que formaron parte de la ejecución del proyecto, tal y como se aprecia en la tabla 24.

**Tabla 24**

**Cuestionario**

CUESTIONARIO															
INVESTIGADOR: Carlos Alberto Durand Pierola															
El presente cuestionario tiene como objetivo analizar la calidad de los sistemas de encofrados (madera y metálico)															
A continuación se presenta un conjunto de preguntas para ser valoradas de acuerdo a la propia experiencia y/o conocimiento teniendo en cuenta la siguiente escala															
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Muy Malo</th> <th>Malo</th> <th>Regular</th> <th>Bueno</th> <th>Muy Bueno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </tbody> </table>						Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	1	2	3	4	5
Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno											
1	2	3	4	5											
Lea atentamente cada pregunta y responda con sinceridad, recuerde que es una encuesta anónima															
ANÁLISIS DE CALIDAD EN SISTEMAS DE ENCOFRADOS (MADERA Y METALICO)															
N°	PREGUNTA	VALORACION													
		1	2	3	4	5									
1	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado de madera?														
2	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado de madera?														
3	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado de madera?														
4	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado de madera?														
5	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado de madera?														
6	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado de madera?														
7	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado de madera?														
8	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado de madera?														
9	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado metálico?														
10	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado metálico?														
11	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado metálico?														
12	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado metálico?														
13	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado metálico?														
14	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado metálico?														
15	¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado metálico?														
16	¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado metálico?														

### **3.5 Procesamiento y análisis de datos**

Con los datos tomados para encofrado metálico proveniente de cotizaciones de proveedores del rubro en el sector construcción y los datos tomados para encofrado de madera proveniente de información mano de obra utilizada en campo, materiales utilizados en campo y rendimiento ejecutado en campo; esto con la finalidad de no utilizar los análisis de costos unitarios que contempla el expediente técnico los cuales se consideran como ideales, sin embargo, muchas veces no son datos reales permitiéndonos realizar el análisis de costos unitarios lo cual nos permitirá comparar qué tipo de encofrado es más eficiente desde el punto de vista de costos, rendimiento y calidad.

#### **3.5.1 Análisis de datos para encofrado de madera**

Según los datos levantados en campo se definió la cantidad y precios de mano de obra, materiales, así como el rendimiento lo cual nos permite elaborar nuestro análisis de costos unitarios para cada tipo de elemento (placas, columnas, vigas y losas macizas) que estamos analizando y así determinar el costo (en soles) por metro cuadrado de encofrado de madera.

Se elaboró los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en placas tal y como se muestra en la tabla 25.

**Tabla 25***Análisis de costos unitarios de encofrado de madera en placas*

Encofrado De Madera En Placas			Rend:	24,75	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	HH	0,100	0,0323	24,05	0,78
Operario	HH	1,000	0,3232	21,86	7,07
Oficial	HH	1,000	0,3232	17,51	5,66
<b>Sub Total</b>					<b>13,50</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
Alambre Negro N° 08	KG		0,2600	5,30	1,38
Triplay De Fenólico 18 Mm X 1.22 M X 2.44 M	p2		5,4000	4,01	21,65
Clavos Con Cabeza De 3"	KG		0,1700	5,50	0,94
Madera Tornillo Inc/Corte	p2		2,0000	4,00	8,00
Esparrago 5/8" X 3m	und		0,0160	60,00	0,96
Tuerca De Fierro	und		0,0160	11,00	0,18
Tubo De Acero Negro Rectangular 2 x 40 x 80 Mm X 6 M	und		0,0080	90,00	0,72
Parante De Metal 2 Mm X 2.40 M	und		0,0080	165,00	1,32
<b>Sub Total</b>					<b>38,87</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	13,50	0,41
<b>Sub Total</b>					<b>0,41</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>52,78</b>

Se elaboró los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en columnas tal y como se muestra en la tabla 26.

**Tabla 26***Análisis de costos unitarios de encofrado de madera en columnas*

Encofrado De Madera En Columnas			Rend:	7,03	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	HH	0,100	0,1138	24,05	2,74
Operario	HH	1,000	1,1380	21,86	24,88
Oficial	HH	0,500	1,1380	17,51	19,93
				<b>Sub Total</b>	<b>47,54</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
Alambre Negro N° 08	KG		0,2500	4,00	1,00
Triplay (Tablero Contrachapado) De Fenólico 18 Mm X 1.22 M X 2.44 M	p2		2,7000	4,01	10,83
Clavos C/Cabeza P/Construcción D. Promedio	kg		0,4800	4,50	2,16
Madera Tornillo Inc/Corte	p2		1,0000	6,20	6,20
Esparrago 5/8" X 3m	und		0,0080	60,00	0,48
Tuerca De Fierro	und		0,0160	11,00	0,18
Tubo De Acero Negro Rectangular 2 Mm X 40 Mm X 80 Mm X 6 M	und		0,0040	90,00	0,36
Parante De Metal 2 Mm X 2.40 M	und		0,0020	165,00	0,33
				<b>Sub Total</b>	<b>25,26</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	47,54	1,43
				<b>Sub Total</b>	<b>1,43</b>
				<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>	<b>74,22</b>

Se elaboró los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en vigas tal y como se muestra en la tabla 27.

**Tabla 27***Análisis de costos unitarios de encofrado de madera en vigas*

Encofrado De Madera En Vigas			Rend:	17,35	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	HH	0,100	0,0461	24,05	1,11
Operario	HH	1,000	0,4611	21,86	10,08
Oficial	HH	1,000	0,4611	17,51	8,07
Peón	HH	0,500	0,2305	15,78	3,64
				<b>Sub Total</b>	<b>22,90</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
Clavos C/Cabeza P/Construcción D. Promedio	kg		0,5000	4,50	2,25
Madera Tornillo Inc/Corte	p2		1,0000	6,20	6,20
Triplay (Tablero Contrachapado) De Fenólico 18 Mm X 1.22 M X 2.44 M	p2		2,7000	4,01	10,83
Esparrago 5/8" X 3m	und		0,0120	60,00	0,72
Tuerca De Fierro	und		0,0240	11,00	0,26
Tubo De Acero Negro Rectangular 2 Mm X 40 Mm X 80 Mm X 6 M	und		0,0020	90,00	0,18
				<b>Sub Total</b>	<b>24,17</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	22,90	0,69
Alquiler De Cimbra (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	33,88	33,88
				<b>Sub Total</b>	<b>34,57</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>81,63</b>

Se elaboró los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en losas macizas tal y como se muestra en la tabla 28.

**Tabla 28***Análisis de costos unitarios de encofrado de madera en losas macizas*

Encofrado De Madera En Losas Macizas			Rend:	33,79	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Capataz	HH	0,100	0,0237	24,05	0,57
Operario	HH	2,000	0,4735	21,86	10,35
Oficial	HH	2,000	0,4735	17,51	8,29
Peón	HH	1,000	0,2368	15,78	3,74
<b>Sub Total</b>					<b>22,95</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
Clavos C/Cabeza P/Construcción D. Promedio	kg		0,5000	4,50	2,25
Triplay (Tablero Contrachapado) De Fenólico 18 Mm X 1.22 M X 2.44 M	p2		5,4000	4,01	21,65
<b>Sub Total</b>					<b>27,63</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	22,95	0,69
Alquiler De Cimbra (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	78,08	78,08
<b>Sub Total</b>					<b>78,77</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>129,35</b>

De los análisis de costos unitarios por cada elemento obtenemos los siguientes resultados para el análisis de eficiencia de este encofrado según desde el punto de vista de costo, tiempo. Sin embargo, para el análisis de eficiencia desde el punto de vista de calidad se aplicó la encuesta y para el análisis de encofrado de madera se realizó las siguientes interrogantes:

1. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado de madera?
2. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado de madera?
3. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado de madera?

4. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado de madera?
5. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado de madera?
6. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado de madera?
7. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado de madera?
8. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado de madera?

Luego de realizada la encuesta a los 24 trabajadores, se consolido los puntajes que indicaron respecto a la calidad del encofrado de madera tal y como se muestra en la tabla 29.

**Tabla 29***Calificación de calidad de encofrado de madera*

Item / Encuestados	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8
1	2	3	2	4	1	3	1	4
2	2	4	2	4	1	3	2	4
3	3	4	2	3	2	3	2	5
4	1	3	2	3	2	4	1	5
5	3	4	2	4	2	3	2	4
6	1	3	3	4	3	4	2	5
7	1	4	3	4	3	3	3	4
8	1	3	3	4	2	4	2	4
9	2	4	3	3	3	3	3	3
10	2	3	2	3	2	4	2	4
11	2	4	3	3	3	4	3	3
12	2	4	2	4	2	4	2	4
13	2	4	3	3	3	3	3	4
14	3	4	2	3	1	4	2	4
15	3	4	2	4	1	3	2	3
16	3	3	2	4	3	4	2	4
17	2	3	3	3	2	4	3	3
18	2	3	3	4	3	4	2	4
19	2	3	3	3	2	3	3	4
20	2	3	3	4	3	3	3	3
21	1	3	3	4	2	4	2	4
22	1	4	2	3	2	3	3	3
23	2	4	3	3	2	4	2	4
24	2	3	2	3	2	4	3	4

Posteriormente se realizó los cálculos en porcentaje según los puntajes que indicaron los 24 trabajadores para determinar la calidad del encofrado de madera.

**Tabla 30***Resultados en porcentaje de calificación de calidad de encofrado de madera*

	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5	Preg. 6	Preg. 7	Preg. 8
<b>Muy Malo %</b>	25,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	16,67 %	0,00 %	8,33 %	0,00 %
<b>Malo %</b>	54,17 %	0,00 %	58,33 %	0,00 %	50,00 %	0,00 %	54,17 %	0,00 %
<b>Regular %</b>	20,83 %	50,00 %	41,67 %	66,67 %	33,33 %	45,83 %	37,50 %	37,50 %
<b>Bueno %</b>	0,00 %	50,00 %	0,00 %	33,33 %	0,00 %	54,17 %	0,00 %	62,50 %
<b>Muy Bueno %</b>	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
<b>Total</b>	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Finalmente se tiene los datos para el encofrado de madera de los cuatro elementos estructurales respecto a los indicadores de costo, tiempo y calidad se muestra la tabla 31.

**Tabla 31***Resumen de datos para el análisis de eficiencia de encofrado de madera*

Elemento	Metrado	Costo (soles x m <sup>2</sup> )	Tiempo		Calidad (Promedio)	
			Rendimie nto (m <sup>2</sup> /día)	Tiempo de encofrad o (días)	Liso	Rugoso
<b>Placas</b>	1199,73	52,78	24,75	48,47	2	4
<b>Columnas</b>	264,15	74,22	7,03	37,57	3	4
<b>Vigas</b>	713,09	81,63	17,35	41,10	2	4
<b>Losas Macizas</b>	697,02	129,35	33,79	20,63	2	4

**3.5.2 Análisis de datos para encofrado de metálico**

Según los datos obtenidos de las cotizaciones a proveedores se definió la cantidad y precios de mano de obra, materiales, así como el rendimiento lo cual nos permite elaborar nuestro análisis de costos unitarios para cada tipo de elemento (placas, columnas, vigas y losas macizas) que estamos analizando y así determinar el costo (en soles) por metro cuadrado de encofrado metálico.

Para la elaboración de los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en placas se realizó en función a los datos proporcionados por las cotizaciones de las empresas de Cadez y Sebastián y Valeria y como se muestra en la tabla 32 y tabla 33.

**Tabla 32***Análisis de costos unitarios de encofrado metálico en placas (Cadez)*

Encofrado Metálico En Placas			Rend:	35,00	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	HH	1,000	0,2286	21,86	5,00
Peón	HH	1,000	0,2286	15,78	3,61
<b>Sub Total</b>					<b>8,60</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	8,60	0,26
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	38,00	38,00
<b>Sub Total</b>					<b>38,26</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>50,59</b>

**Tabla 33**

*Análisis de costos unitarios de encofrado metálico en placas (Sebastián y Valeria)*

Encofrado Metálico En Placas			Rend:	35,00	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	HH	1,000	0,2286	21,86	5,00
Peón	HH	1,000	0,2286	15,78	3,61
<b>Sub Total</b>					<b>8,60</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	8,60	0,26
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	40,00	40,00
<b>Sub Total</b>					<b>40,26</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>52,59</b>

Para la elaboración de los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en columnas se realizó en función a los datos proporcionados por las cotizaciones de las empresas de Cadez y Sebastián y Valeria y como se muestra en la tabla 34 y tabla 35.

**Tabla 34***Análisis de costos unitarios de encofrado metálico en columnas (Cadez)*

<b>Encofrado Metálico En Columnas</b>			<b>Rend:</b>	<b>15,00</b>	<b>m<sup>2</sup>/Día</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	HH	1,000	0,5333	21,86	11,66
Peón	HH	1,000	0,5333	15,78	8,42
<b>Sub Total</b>					<b>20,07</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	20,07	0,60
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	35,00	35,00
<b>Sub Total</b>					<b>35,60</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>59,40</b>

**Tabla 35***Análisis de costos unitarios de encofrado metálico en columnas (Sebastián y Valeria)*

Encofrado Metálico En Columnas			Rend:	15,00	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	HH	1,000	0,5333	21,86	11,66
Peón	HH	1,000	0,5333	15,78	8,42
<b>Sub Total</b>					<b>20,07</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	20,07	0,60
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	33,50	33,50
<b>Sub Total</b>					<b>34,10</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>57,90</b>

Para la elaboración de los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en vigas se realizó en función a los datos proporcionados por las cotizaciones de las empresas de Cadez y Sebastián y Valeria y como se muestra en la tabla 36 y tabla 37.

**Tabla 36***Análisis de costos unitarios encofrado metálico en vigas (Cadez)*

Encofrado Metálico En Vigas			Rend:	30,00	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	HH	1,000	0,2667	21,86	5,83
Peón	HH	1,000	0,2667	15,78	4,21
<b>Sub Total</b>					<b>10,04</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	10,04	0,30
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	30,00	30,00
<b>Sub Total</b>					<b>30,30</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>44,06</b>

**Tabla 37***Análisis de costos unitarios de encofrado metálico en vigas (Sebastián y Valeria)*

Encofrado Metálico En Vigas			Rend:	30,00	m <sup>2</sup> /Día
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Operario	HH	1,000	0,2667	21,86	5,83
Peón	HH	1,000	0,2667	15,78	4,21
<b>Sub Total</b>					<b>10,04</b>
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	10,04	0,30
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	25,00	25,00
<b>Sub Total</b>					<b>25,30</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>39,06</b>

Para la elaboración de los análisis de costos unitarios para la actividad de encofrado de madera en vigas se realizó en función a los datos proporcionados por las cotizaciones de las empresas de Cadez y Sebastián y Valeria y como se muestra en la tabla 38 y tabla 39.

**Tabla 38**

*Análisis de costos unitarios de encofrado metálico en losas macizas (Cadez)*

<b>Encofrado Metálico En Losas Macizas</b>			<b>Rend:</b>	<b>55,00</b>	<b>m<sup>2</sup>/Día</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	HH	1,000	0,1455	21,86	3,18
Peón	HH	1,000	0,1455	15,78	2,30
<b>Sub Total</b>					<b>5,47</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	5,47	0,16
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	30,00	30,00
<b>Sub Total</b>					<b>30,16</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>39,36</b>

**Tabla 39**

*Análisis de costos unitarios de encofrado metálico en losas macizas (Sebastián y Valeria)*

<b>Encofrado Metálico En Losas Macizas</b>			<b>Rend:</b>	<b>55,00</b>	<b>m<sup>2</sup>/Día</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Operario	HH	1,000	0,1455	21,86	3,18
Peón	HH	1,000	0,1455	15,78	2,30
<b>Sub Total</b>					<b>5,47</b>
<b>Materiales</b>					
Aditivo Desmoldeador De Encofrados	gal		0,0250	149,00	3,73
<b>Sub Total</b>					<b>3,73</b>
<b>Equipo</b>					
Herramientas Manuales	%MO		3,0000	5,47	0,16
Alquiler De Encofrado Metálico (Incluye Accesorios)	serv		1,0000	32,00	32,00
<b>Sub Total</b>					<b>32,16</b>
<b>Costo Unitario por m<sup>2</sup>:</b>					<b>41,36</b>

De los análisis de costos unitarios por cada elemento obtenemos los siguientes resultados para el análisis de eficiencia de este encofrado según desde el punto de vista de costo, tiempo. Sin embargo, para el análisis de eficiencia desde el punto de vista de calidad se aplicó la encuesta y para el análisis de encofrado metálico se realizó las siguientes interrogantes:

9. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado metálico?
10. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado metálico?
11. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado metálico?
12. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado metálico?

13. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado metálico?
14. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado metálico?
15. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado metálico?
16. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado metálico?

Luego de realizada la encuesta a los 24 trabajadores, se consolido los puntajes que indicaron respecto a la calidad del encofrado metálico tal y como se muestra en la tabla 40.

**Tabla 40***Calificación de calidad en Encofrado Metálico*

Item / Encuestados	Preg. 9	Preg. 10	Preg. 11	Preg. 12	Preg. 13	Preg. 14	Preg. 15	Preg. 16
1	4	1	5	2	4	1	5	1
2	5	1	5	2	4	1	4	1
3	4	2	4	1	4	1	5	2
4	5	1	5	2	5	1	5	2
5	5	2	4	1	4	2	5	2
6	4	1	5	2	5	1	4	2
7	4	1	4	2	4	2	5	1
8	5	1	5	1	5	2	4	1
9	5	2	4	1	4	2	4	1
10	5	1	4	2	5	1	4	1
11	4	2	5	1	4	2	5	1
12	5	1	4	1	5	1	5	2
13	4	2	5	1	4	2	5	2
14	5	1	4	1	5	1	4	1
15	4	1	5	1	4	1	5	2
16	5	1	5	2	5	2	4	1
17	5	2	4	2	4	1	5	2
18	4	2	5	1	5	2	4	1
19	5	1	4	1	4	2	5	1
20	4	1	5	1	5	1	5	2
21	5	1	5	2	4	1	5	2
22	4	2	4	1	5	1	5	1
23	5	2	4	2	4	2	5	1
24	5	1	5	2	5	1	5	1

Posteriormente se realizó los cálculos en porcentaje según los puntajes que indicaron los 24 trabajadores para determinar la calidad del encofrado metálico.

**Tabla 41***Resultados en porcentaje de calificación de calidad de encofrado metálico*

	Preg. 9	Preg. 10	Preg. 11	Preg. 12	Preg. 13	Preg. 14	Preg. 15	Preg. 16
<b>Muy Malo %</b>	0,00%	62,50%	0,00%	54,17%	0,00%	58,33%	0,00%	58,33%
<b>Malo %</b>	0,00%	37,50%	0,00%	45,83%	0,00%	41,67%	0,00%	41,67%
<b>Regular %</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Bueno %</b>	41,67%	0,00%	45,83%	0,00%	54,17%	0,00%	33,33%	0,00%
<b>Muy Bueno %</b>	58,33%	0,00%	54,17%	0,00%	45,83%	0,00%	66,67%	0,00%
<b>Total</b>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Finalmente se obtiene los datos para el encofrado metálico de los cuatro elementos estructurales respecto a los indicadores de costo, tiempo y calidad se muestra la tabla 42 y tabla 43.

**Tabla 42**

*Resumen de datos para análisis de eficiencia de encofrado de metálico (proveedor cadez)*

Elemento	Metrado	Costo (soles x m <sup>2</sup> )	Tiempo		Calidad (Promedio)	
			Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)	Tiempo de encofrado (días)	Liso	Rugoso
<b>Placas</b>	1199,73	50,59	35,00	34,28	5	1
<b>Columnas</b>	264,15	59,40	15,00	17,61	5	1
<b>Vigas</b>	713,09	44,06	30,00	23,77	4	1
<b>Losas Macizas</b>	697,02	39,36	55,00	12,67	5	1

**Tabla 43**

*Resumen de datos para Análisis de eficiencia de encofrado de metálico (Proveedor Sebastián y Valeria)*

Elemento	Metrado	Costo (soles x m <sup>2</sup> )	Tiempo		Calidad (Promedio)	
			Rendimiento (m <sup>2</sup> /día)	Tiempo de encofrado (días)	Liso	Rugoso
<b>Placas</b>	1199,73	52,59	35,00	34,28	5	1
<b>Columnas</b>	264,15	57,90	15,00	17,61	5	1
<b>Vigas</b>	713,09	39,06	30,00	23,77	4	1
<b>Losas Macizas</b>	697,02	41,36	55,00	12,67	5	1

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

La investigación se realizó con el objetivo de determinar qué tipo de encofrado es más eficiente, por lo que se obtuvo los siguientes resultados en función de los objetivos planteados.

**Objetivo específico 1:** Identificar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

Los resultados obtenidos para determinar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de costo son los que se muestra en la tabla 44, tabla 45 y tabla 46.

**Tabla 44**

*Costos de encofrado de madera*

Descripción	Und	Metrado	P.U.	Parcial
Encofrado de Madera en Columnas	m <sup>2</sup>	264,15	S/ 74,22	S/ 19 605,31
Encofrado de Madera en Placas	m <sup>2</sup>	1 199,73	S/ 52,78	S/ 63 321,93
Encofrado de Madera en Vigas	m <sup>2</sup>	713,09	S/ 81,63	S/ 58 209,66
Encofrado de Madera en Losas Macizas	m <sup>2</sup>	697,02	S/ 129,35	S/ 90 159,54
			<b>Total</b>	<b>S/ 231 296,43</b>

**Tabla 45**

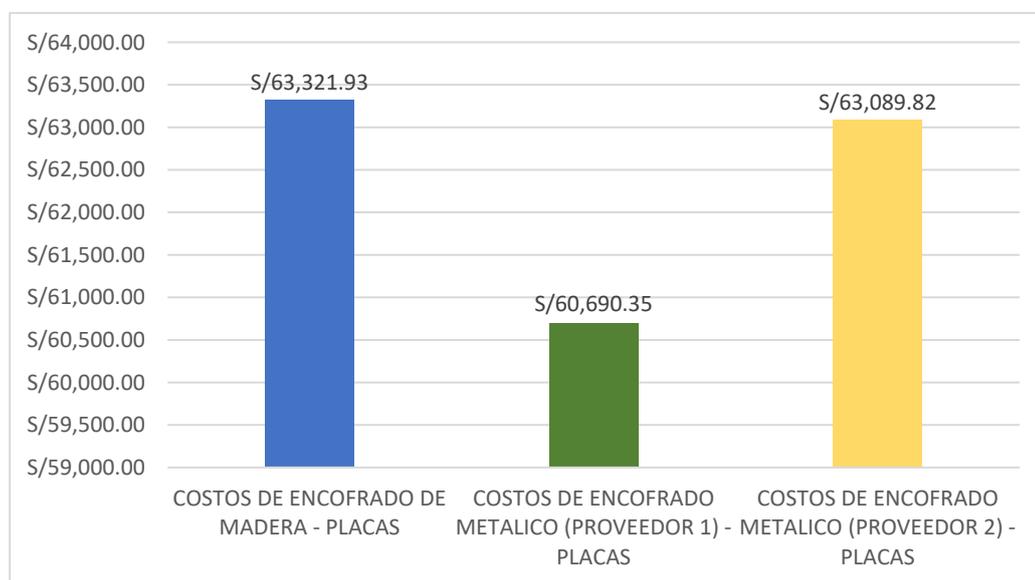
*Costos de encofrado metálico (Cadez)*

Descripción	Und	Metrado	P.U.	Parcial
Encofrado Metálico en Columnas	m <sup>2</sup>	264,15	S/59,40	S/15 691,09
Encofrado Metálico en Placas	m <sup>2</sup>	1 199,73	S/50,59	S/60 690,35
Encofrado Metálico en Vigas	m <sup>2</sup>	713,09	S/44,06	S/31 418,81
Encofrado Metálico en Losas Macizas	m <sup>2</sup>	697,02	S/39,36	S/27 434,71
			<b>Total</b>	<b>S/135 234,96</b>

**Tabla 46***Costos de encofrado metálico (Sebastián y Valeria)*

Descripción	Und	Metrado	P.U.	Parcial
Encofrado Metálico en Columnas	m <sup>2</sup>	264,15	S/57,90	S/15 294,36
Encofrado Metálico en Placas	m <sup>2</sup>	1 199,73	S/52,59	S/63 089,82
Encofrado Metálico en Vigas	m <sup>2</sup>	713,09	S/39,06	S/27 853,35
Encofrado Metálico en Losas Macizas	m <sup>2</sup>	697,02	S/41,36	S/28 828,75
			<b>Total</b>	<b>S/135 066,28</b>

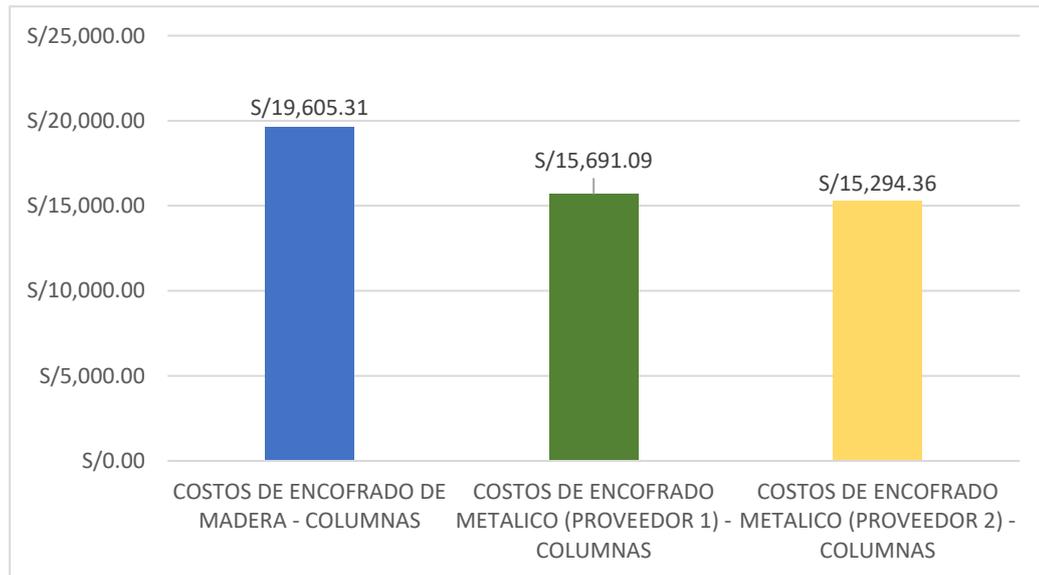
Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de costo para el elemento de placas tal y como se observa en la figura 9.

**Figura 9***Comparación de costos entre tipos de encofrado - placas*

Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de costo para el elemento de columnas tal y como se observa en la figura 10.

**Figura 10**

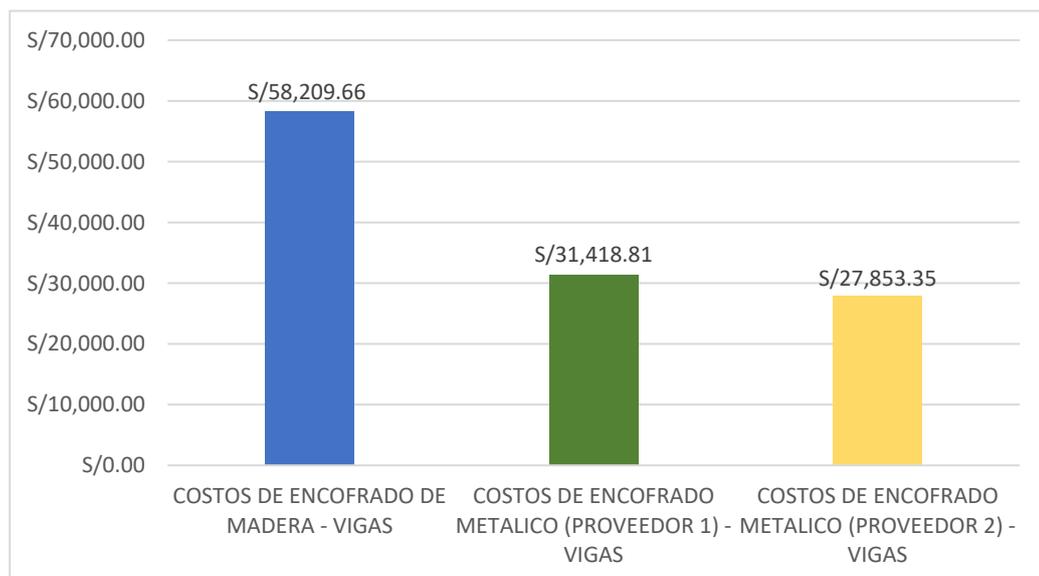
*Comparación de costos entre tipos de encofrado - columnas*



Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de costo para el elemento de vigas tal y como se observa en la figura 11.

**Figura 11**

*Comparación de costos entre tipos de encofrado – vigas*

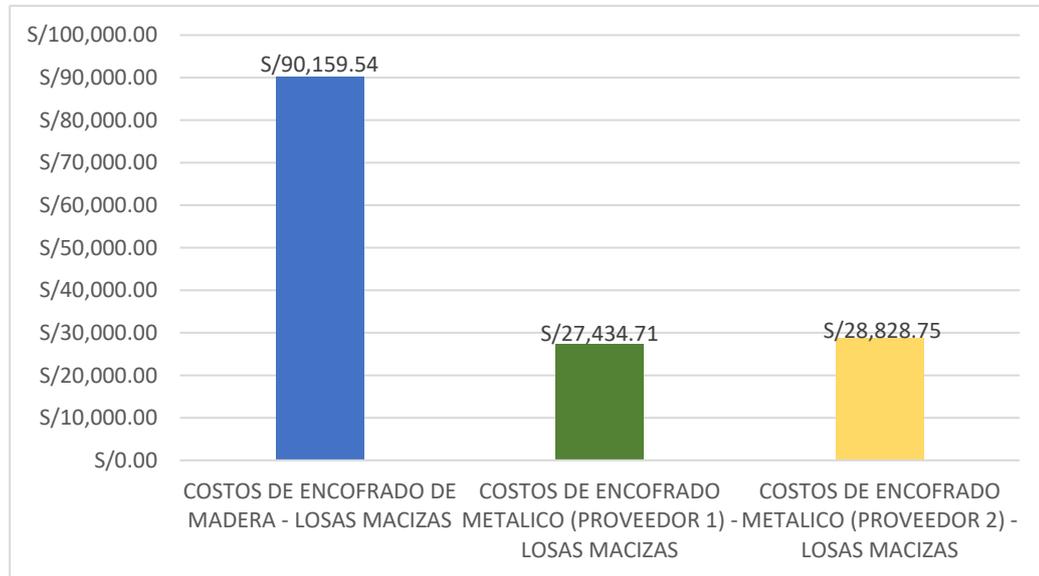


Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y

encofrado metálico respecto al indicador de costo para el elemento de losas macizas tal y como se observa en la figura 12.

**Figura 12**

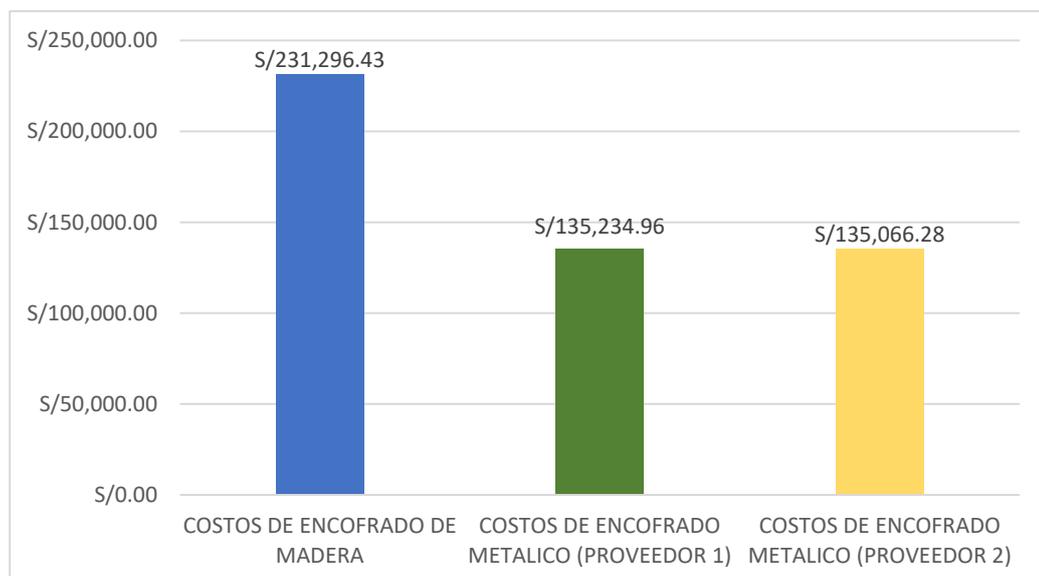
*Comparación de costos entre tipos de encofrado – losas macizas*



Finalmente se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de costo para todos los elementos anteriormente indicados tal y como se observa en la figura 13.

**Figura 13**

*Comparación de costos entre tipos de encofrado*



La figura anterior indica los costos que demandaría los encofrados de madera y metálicos, por lo que podemos determinar que para este proyecto hubiese resultado más económico utilizar encofrados metálicos ya que se tiene un ahorro considerable.

**Objetivo específico 2:** Determinar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

Los resultados obtenidos para determinar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de tiempo son los que se muestra en la tabla 47, tabla 48 y tabla 49.

**Tabla 47**

*Tiempo (Días) encofrado de madera*

Descripción	Und	Metrado	Rendimiento	Días De Encofrado
Encofrado de Madera en Columnas	m <sup>2</sup>	264,15	7,03	37,00
Encofrado de Madera en Placas	m <sup>2</sup>	1 199,73	24,75	48,00
Encofrado de Madera en Vigas	m <sup>2</sup>	713,09	17,35	41,00
Encofrado de Madera en Losas Macizas	m <sup>2</sup>	697,02	33,79	20,00
<b>Total</b>				<b>146,00</b>

**Tabla 48**

*Tiempo (Días) encofrado de metálico proveedor Cadez*

Descripción	Und	Metrado	Rendimiento	Días De Encofrado
Encofrado Metálico en Columnas	m <sup>2</sup>	264,15	15,00	17,00
Encofrado Metálico en Placas	m <sup>2</sup>	1 199,73	35,00	34,00
Encofrado Metálico en Vigas	m <sup>2</sup>	713,09	30,00	23,00
Encofrado Metálico en Losas Macizas	m <sup>2</sup>	697,02	55,00	12,00
<b>Total</b>				<b>86,00</b>

**Tabla 49**

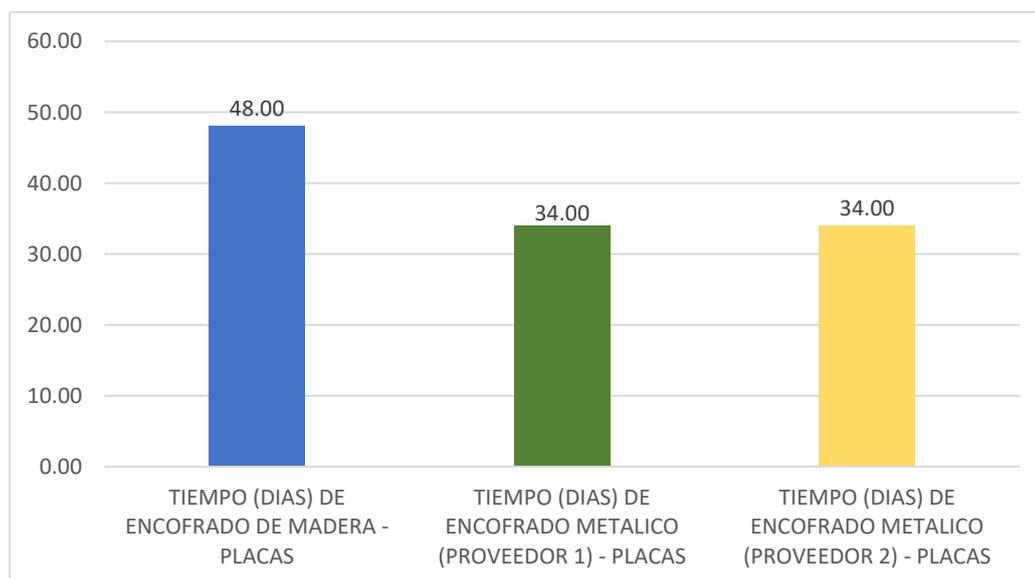
*Tiempo (Días) encofrado de metálico proveedor Sebastián y Valeria*

Descripción	Und	Metrado	Rendimiento	Días De Encofrado
Encofrado Metálico en Columnas	m <sup>2</sup>	264,15	15,00	17,00
Encofrado Metálico en Placas	m <sup>2</sup>	1 199,73	35,00	34,00
Encofrado Metálico en Vigas	m <sup>2</sup>	713,09	30,00	23,00
Encofrado Metálico en Losas Macizas	m <sup>2</sup>	697,02	55,00	12,00
<b>Total</b>				<b>86,00</b>

Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de tiempo para el elemento de placas tal y como se observa en la figura 14.

**Figura 14**

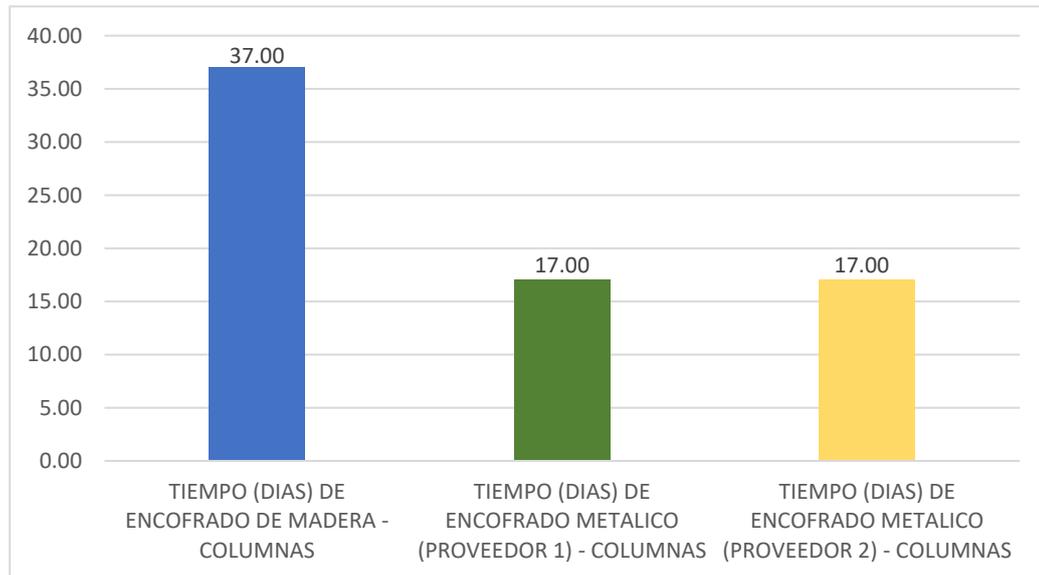
*Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado – placas*



Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de tiempo para el elemento de columnas tal y como se observa en la figura 15.

**Figura 15**

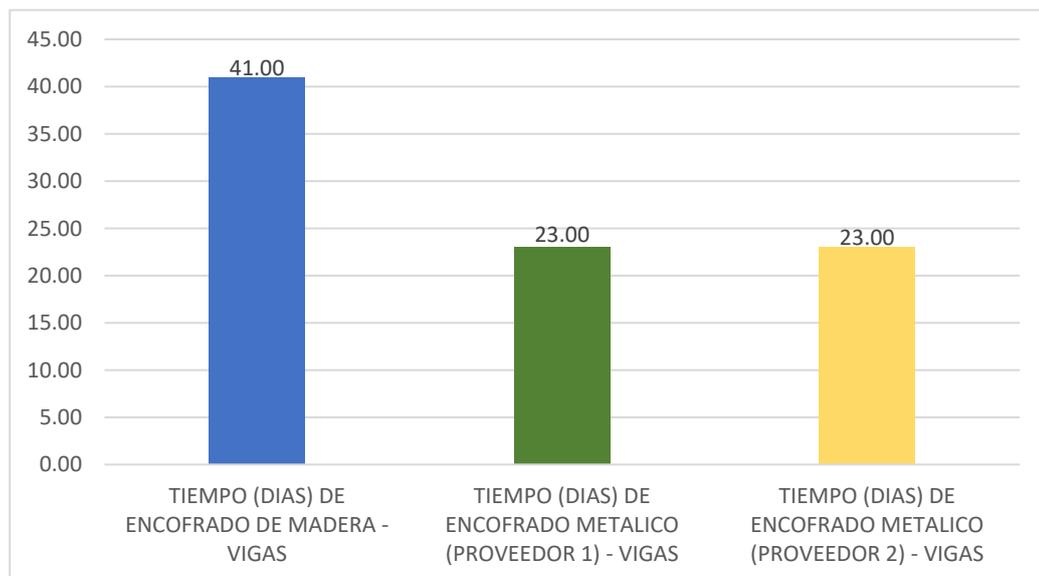
*Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado - columnas*



Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de tiempo para el elemento de vigas tal y como se observa en la figura 16.

**Figura 16**

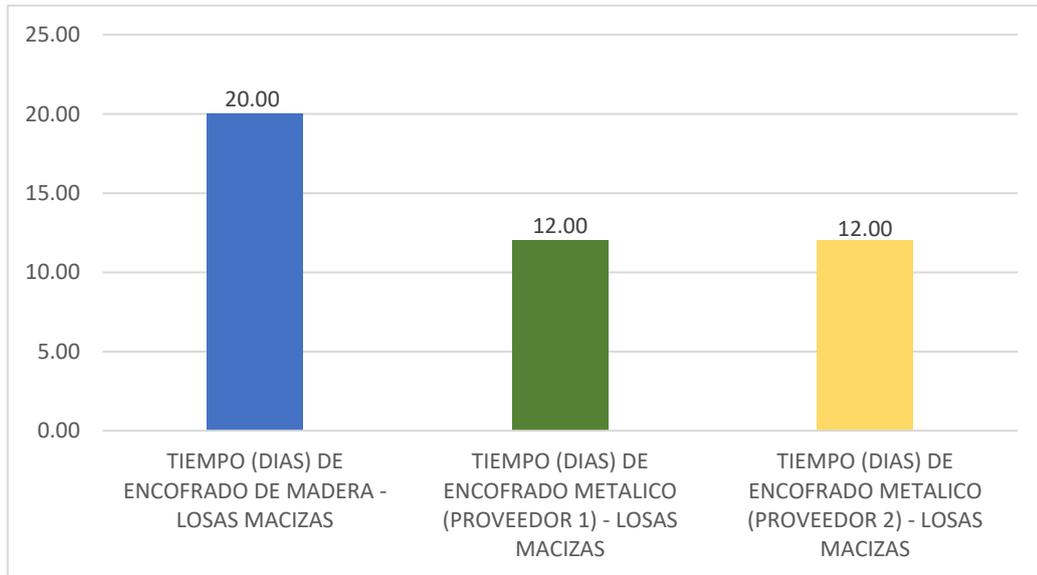
*Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado - vigas*



Así mismo se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de tiempo para el elemento de vigas tal y como se observa en la figura 16.

**Figura 17**

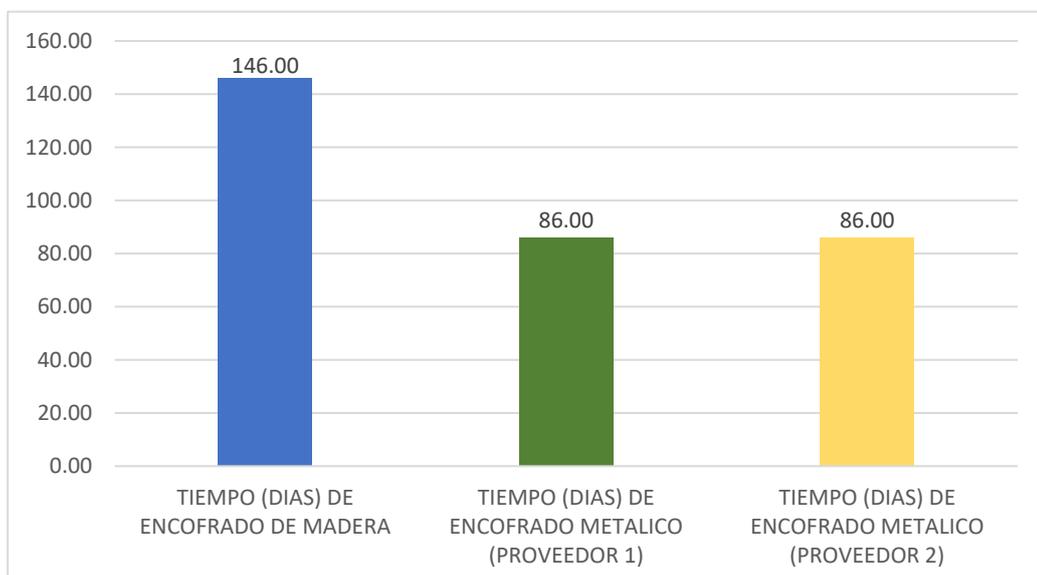
*Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado – losas macizas*



Finalmente se realiza el análisis comparativo del encofrado de madera y encofrado metálico respecto al indicador de tiempo para todos los elementos anteriormente indicados tal y como se observa en la figura 18.

**Figura 18**

*Comparación de tiempo (días) entre tipos de encofrado*



La figura anterior muestra el tiempo (días) según el tipo de encofrado, por lo que podemos determinar que para este proyecto hubiese resultado mejor utilizar encofrado metálico ya que se ejecutaría en menos días.

**Objetivo específico 3:** Obtener el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

Los resultados obtenidos para determinar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de calidad son los que se muestra a continuación:

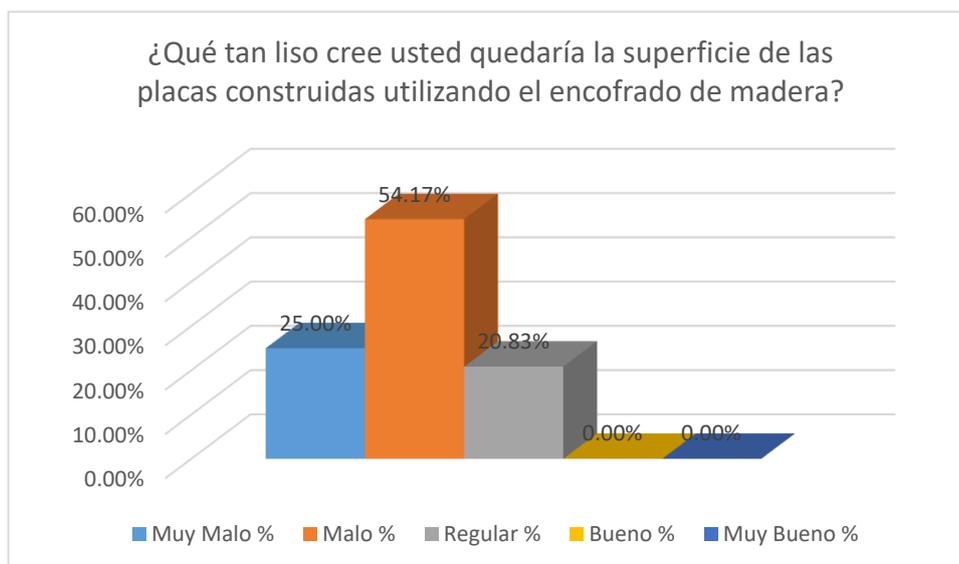
Los resultados obtenidos respecto a la calidad para el sistema de encofrado de madera:

1. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría lisa en placas utilizando el encofrado de madera por lo que el 25 % cree que quedaría muy malo, 54 % malo y 21 % regular tal y como se muestra en la figura 19.

**Figura 19**

*Superficie lisa en placas utilizando encofrado de madera*

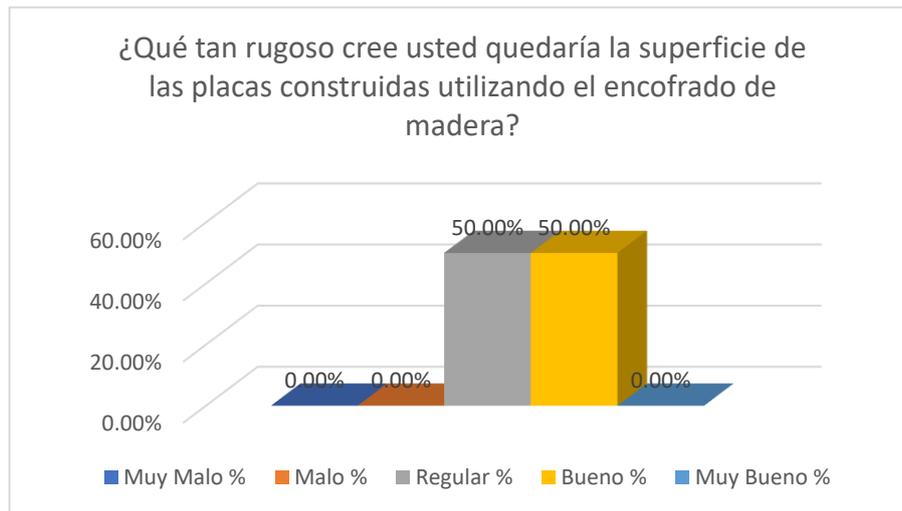


2. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría rugosa en placas utilizando el encofrado de madera por lo que el 50 % cree que quedaría regular, 50 % bueno tal y como se muestra en la figura 20.

**Figura 20**

*Superficie rugosa en placas utilizando encofrado de madera*

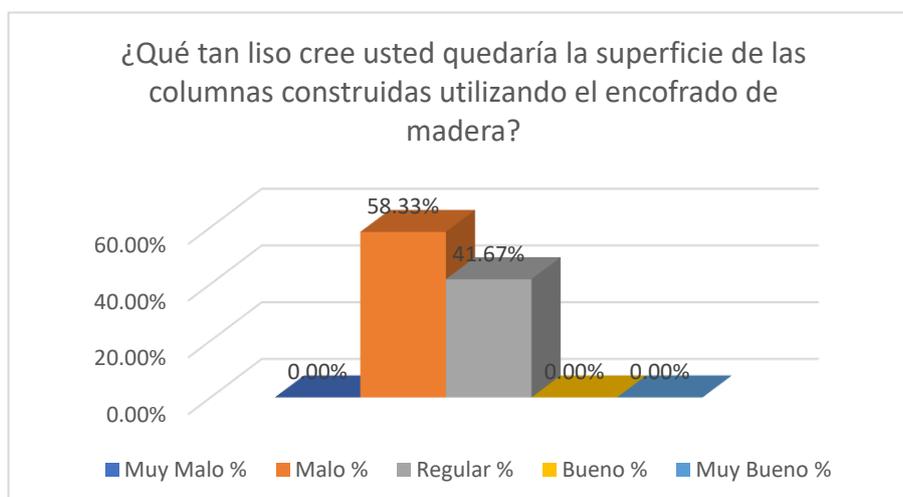


3. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría lisa en columnas utilizando el encofrado de madera por lo que el 58 % cree que quedaría malo, 42 % regular tal y como se muestra en la figura 21.

**Figura 21**

*Superficie lisa en columnas utilizando encofrado de madera*

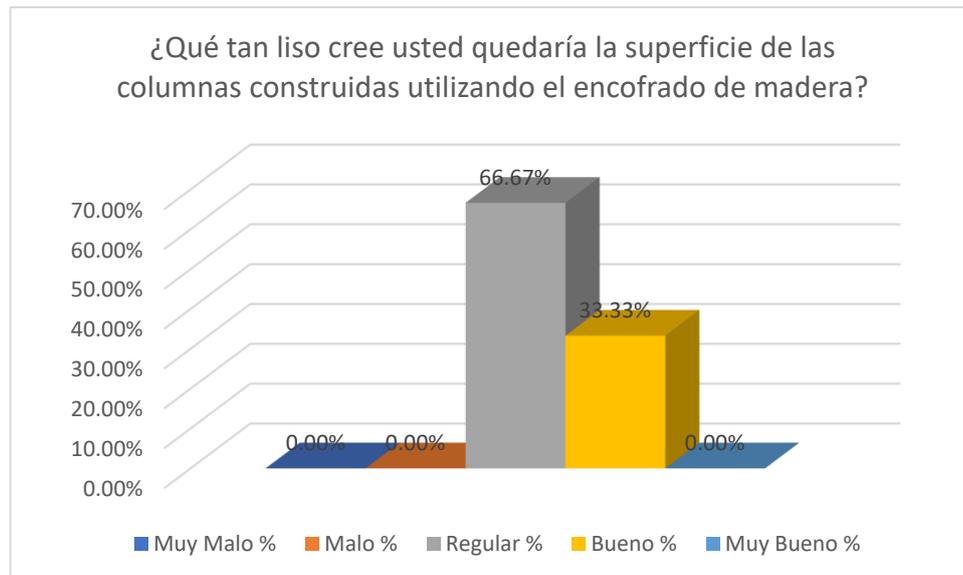


4. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría rugosa en columnas utilizando el encofrado de madera por lo que el 67 % cree que quedaría regular, 33 % bueno tal y como se muestra en la figura 22.

**Figura 22**

*Superficie rugosa en columnas utilizando encofrado de madera*

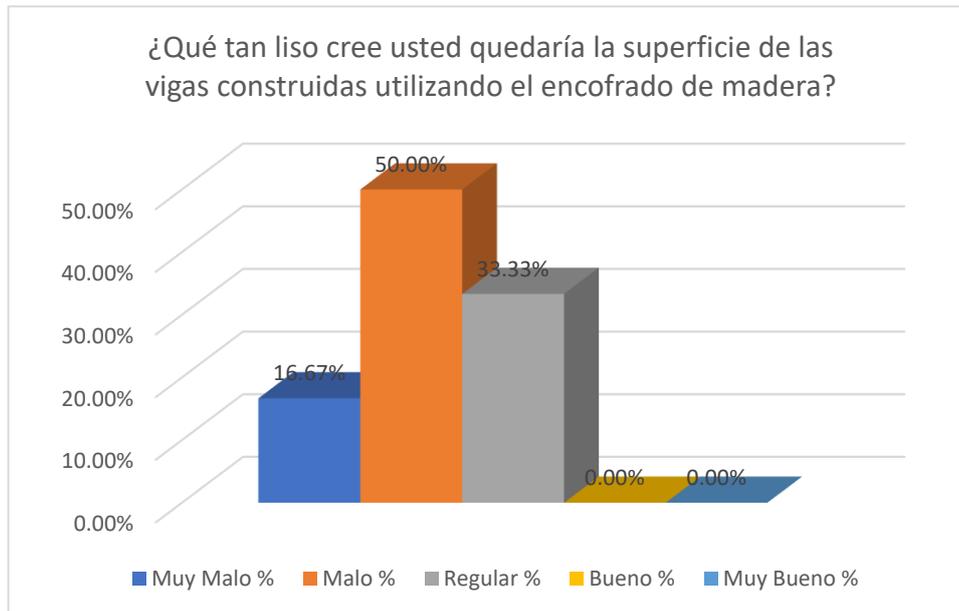


5. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría lisa en vigas utilizando el encofrado de madera por lo que el 17 % cree que quedaría muy malo, 50 % malo y 33 % regular tal y como se muestra en la figura 23.

**Figura 23**

*Superficie lisa en vigas utilizando encofrado de madera*

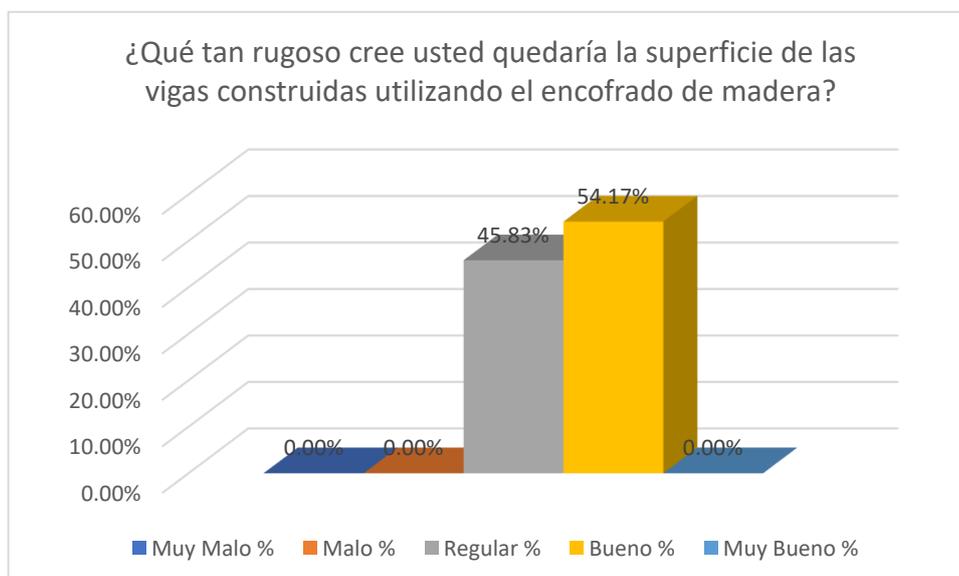


6. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría rugosa en vigas utilizando el encofrado de madera por lo que el 46 % cree que quedaría regular, 54 % bueno tal y como se muestra en la figura 24.

**Figura 24**

*Superficie rugosa en vigas utilizando encofrado de madera*

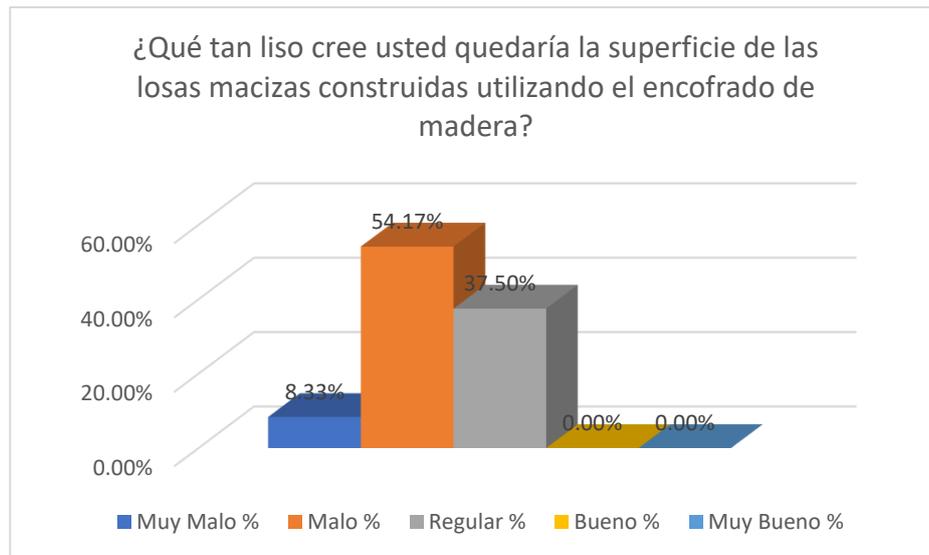


7. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría lisa en losas macizas utilizando el encofrado de madera por lo que el 8 % cree que quedaría muy malo, 54 % malo y 38 % regular tal y como se muestra en la figura 25.

**Figura 25**

*Superficie lisa en losas macizas utilizando encofrado de madera*

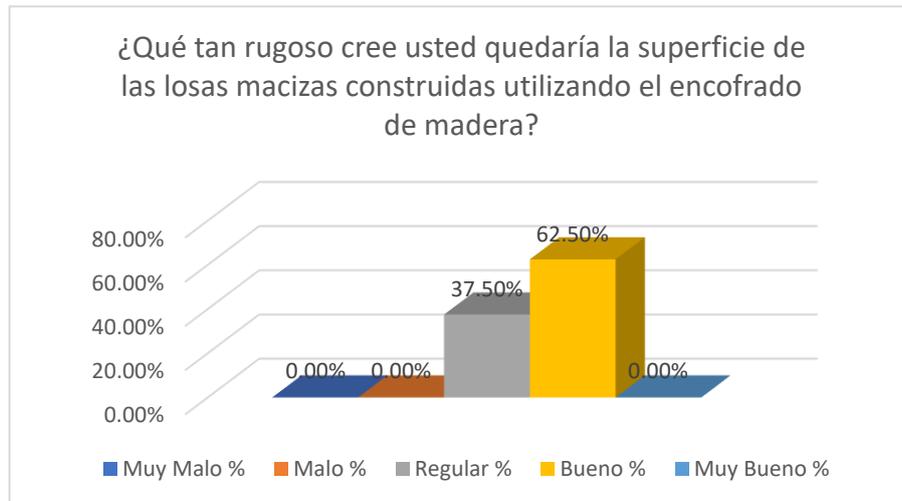


8. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado de madera?

La superficie quedaría rugosa en losas macizas utilizando el encofrado de madera por lo que el 38 % cree que quedaría regular, 62 % bueno tal y como se muestra en la figura 26.

**Figura 26**

*Superficie rugosa en losas macizas utilizando encofrado de madera*



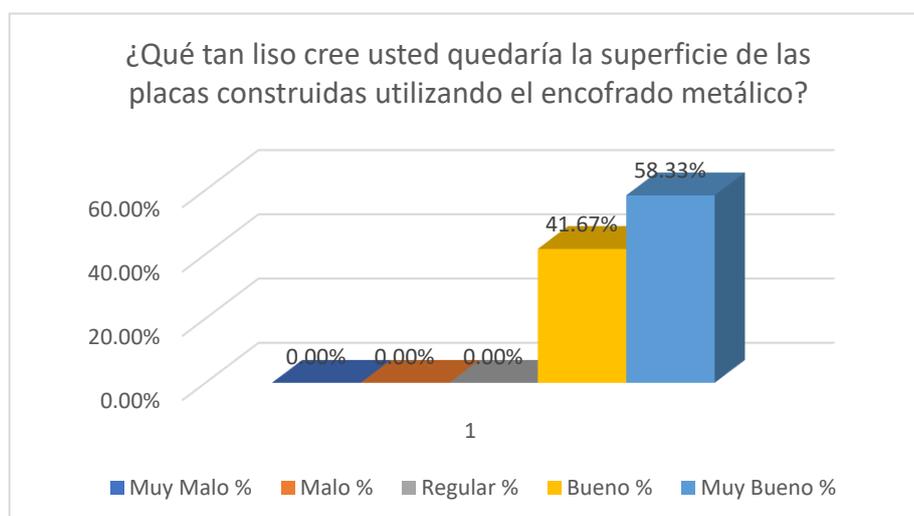
Los resultados obtenidos respecto a la calidad para el sistema de encofrado metálico:

9. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría lisa en placas utilizando el encofrado metálico por lo que el 42 % cree que quedaría bueno, 58 % muy bueno tal y como se muestra en la figura 27.

**Figura 27**

*Superficie lisa en placas utilizando encofrado metálico*

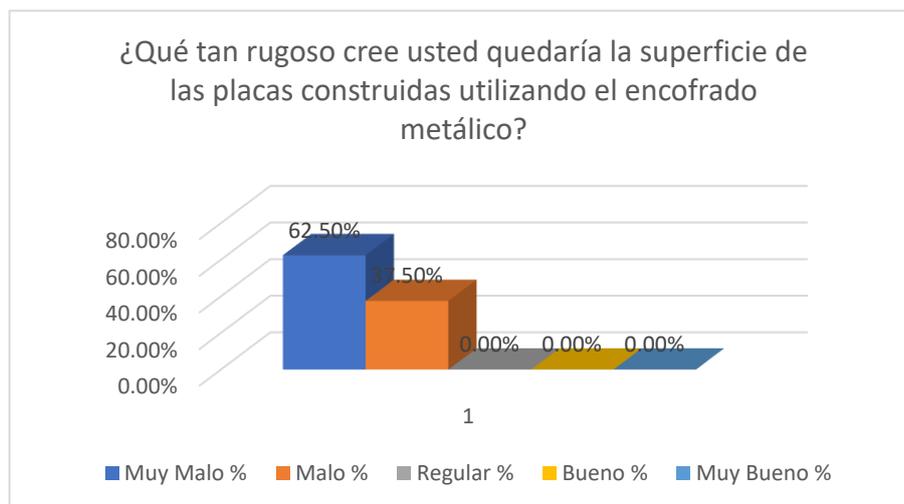


10. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las placas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría rugosa en placas utilizando el encofrado metálico por lo que el 63 % cree que quedaría muy malo, 37 % malo tal y como se muestra en la figura 28.

**Figura 28**

*Superficie rugosa en placas utilizando encofrado metálico*

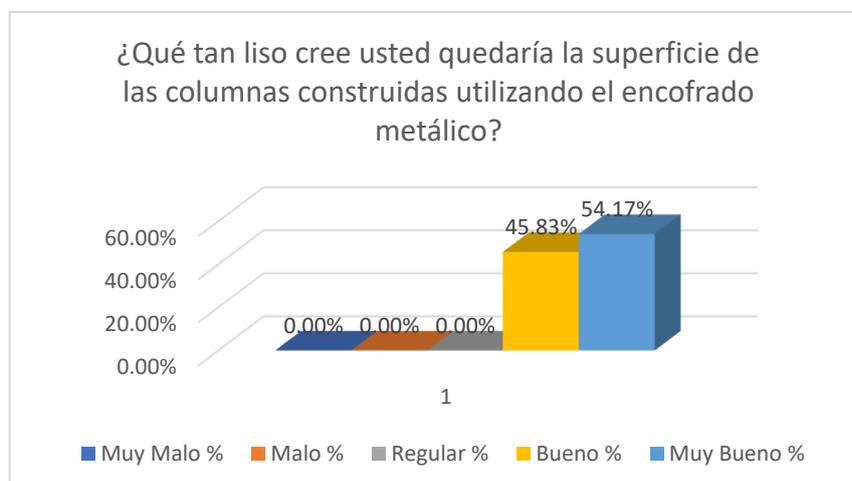


11. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría lisa en columnas utilizando el encofrado metálico por lo que el 46 % cree que quedaría bueno, 54 % muy bueno tal y como se muestra en la figura 29.

**Figura 29**

*Superficie lisa en columnas utilizando encofrado metálico*

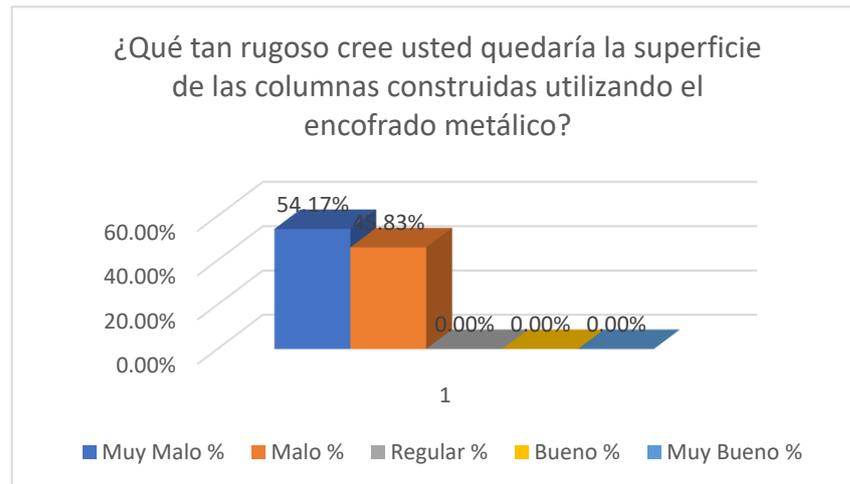


12. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las columnas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría rugosa en columnas utilizando el encofrado metálico por lo que el 54 % cree que quedaría muy malo, 46 % malo tal y como se muestra en la figura 30.

**Figura 30**

*Superficie rugosa en columnas utilizando encofrado metálico*

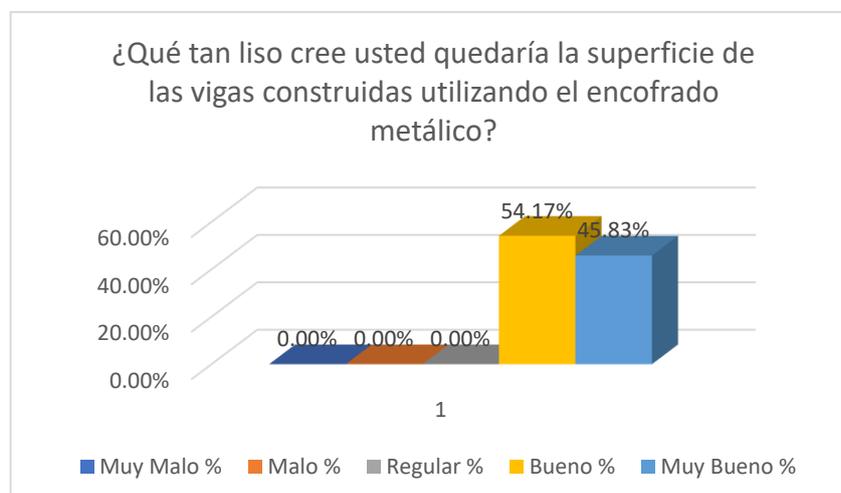


13. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría lisa en vigas utilizando el encofrado metálico por lo que el 54 % cree que quedaría bueno, 46 % muy bueno tal y como se muestra en la figura 31.

**Figura 31**

*Superficie lisa en vigas utilizando encofrado metálico*

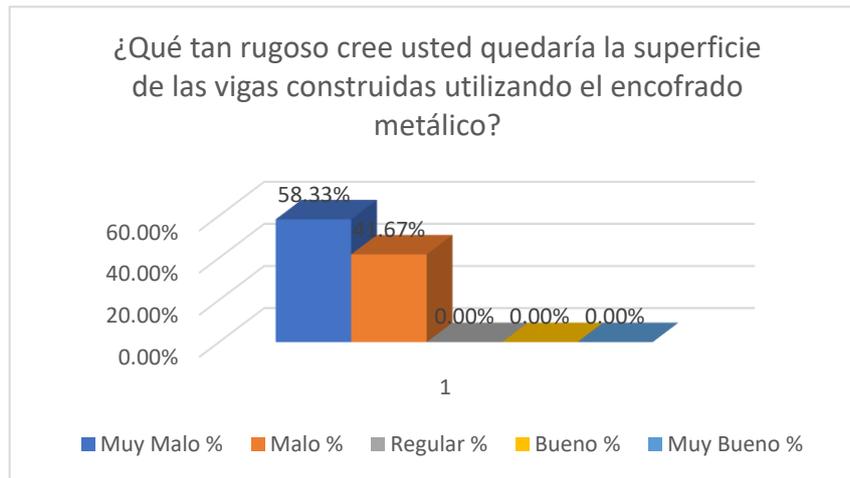


14. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las vigas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría rugosa en vigas utilizando el encofrado metálico por lo que el 58 % cree que quedaría muy malo, 42 % malo tal y como se muestra en la figura 32.

**Figura 32**

*Superficie rugosa en vigas utilizando encofrado metálico*

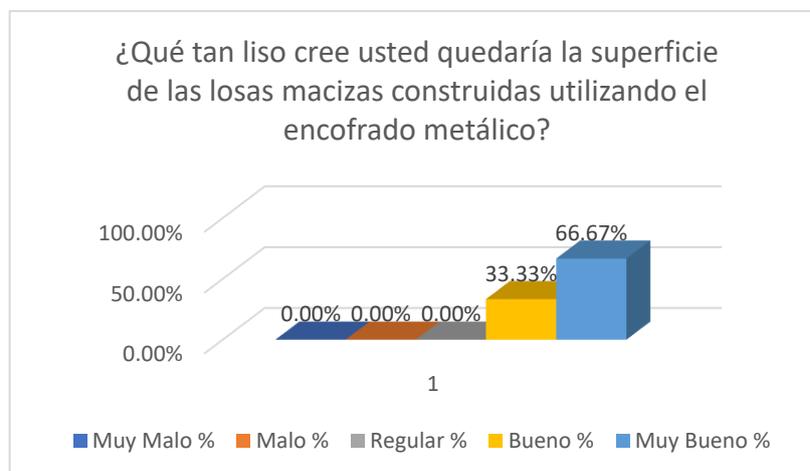


15. ¿Qué tan liso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría lisa en losas macizas utilizando el encofrado metálico por lo que el 33 % cree que quedaría bueno, 67 % muy bueno tal y como se muestra en la figura 33.

**Figura 33**

*Superficie lisa en losas macizas utilizando encofrado metálico*

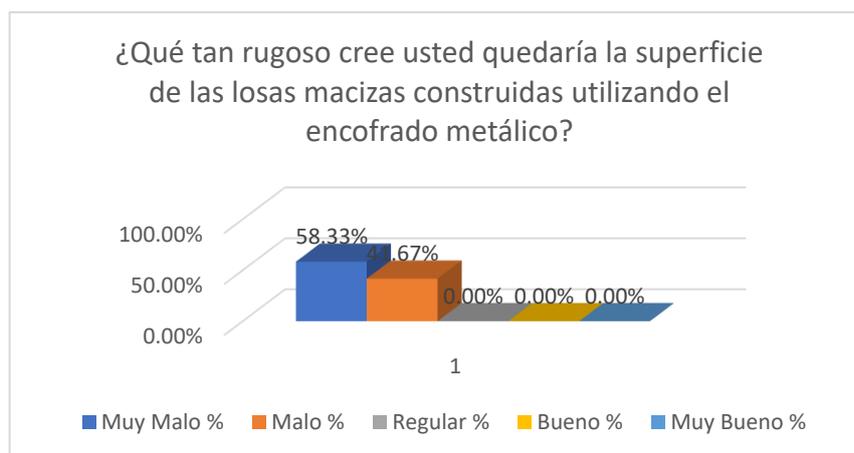


16. ¿Qué tan rugoso cree usted quedaría la superficie de las losas macizas construidas utilizando el encofrado metálico?

La superficie quedaría rugosa en losas macizas utilizando el encofrado metálico por lo que el 58 % cree que quedaría muy malo, 42 % malo tal y como se muestra en la figura 34.

**Figura 34**

*Superficie rugosa en losas macizas utilizando encofrado metálico*



La figura 50 muestra los resultados respecto al indicador de calidad según el tipo de encofrado, por lo que podemos determinar que para este proyecto se obtendría mejor calidad utilizando el encofrado metálico.

**Tabla 50**

*Resumen de resultados de calidad según el sistema de encofrado*

Elemento	Encofrado de Madera		Encofrado Metálico	
	Rugoso	Liso	Rugoso	Liso
Placas	50 % regular	54 % malo	63 % muy malo	58 % muy bueno
Columnas	67 % regular	58 % malo	54 % muy malo	54 % muy bueno
Vigas	54 % bueno	50 % malo	58 % muy malo	54 % bueno
Losas Macizas	62 % bueno	54 % malo	58 % muy malo	67 % muy bueno

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Identificar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

Según Espinal et al. (2019), el encofrado metálico es mucho más barato ya que no se necesita de mano de obra especializada sino con las simples instrucciones se puede colocar en forma rápida y sencilla. Lo que no ocurre con el encofrado de madera que si se necesita de tiempo y de una mano de obra especializada.

Mientras en este estudio podemos observar en la tabla 44, 45, 46 y figura 13 donde se realiza las comparaciones del encofrado de madera y el metálico desde el enfoque análisis de costo encontramos resultados similares con el estudio de Espinal et al. (2019).

Objetivo específico 2: Determinar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

Según Díaz (2021), se logró demostrar que, los tiempos en la construcción de los encofrados metal y de madera varían por el material que se utiliza en el encofrado además de la complejidad de su construcción ya que será complejo según su encofrado, ya que el encofrado de metal es mucho más rápido de construir que el encofrado de madera, lo que se puede corroborar con nuestros estudios de acuerdo a los resultados de la tabla 47, 48, 49 y figura 18.

Objetivo específico 3: Obtener el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

Según Palomino y Rayme (2021), concluye en su estudio de investigación que utilizando encofrado metálico logra una calidad en el acabado como liso un 55 % en columnas y 64 % en vigas; por lo tanto, se logra una mejor calidad en la superficie de los elementos estructurales con respecto a la utilización de los encofrados metálicos. Lo que se puede visualizar en la tabla 50 que muestra que el encofrado metálico tiene acabado liso, siendo este de mejor calidad que un encofrado de madera que tiene un

acabado más rugoso, teniendo que realizar un tarrajeo posterior, por lo que tenemos resultados similares a los encontrados por Palomino y Rayme (2021).

Objetivo general: Realizar el análisis comparativo de los sistemas de encofrados en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.

Según (Arapa & Maldonado, 2019), determinó en un cuadro comparativo de ventajas y desventajas entre encofrado metálico y encofrado de madera, que el encofrado metálico tiene más ventajas sobre el otro sistema, concluyendo que es el más eficiente. No solo por el aspecto económico sino también de su tiempo de armado y la calidad del producto final.

En el presente estudio, se realizó una comparación entre los sistemas de encofrado de madera y metálico, realizando un análisis de costo, tiempo y calidad determinando que el sistema de encofrado metálico es más eficiente.

## CONCLUSIONES

Se realizó el análisis comparativo de costo, tiempo y calidad de los sistemas de encofrado metálico y encofrado de madera; determinando que el encofrado metálico es más eficiente por los resultados obtenidos, ya que a nivel de costo es más económico, a nivel de tiempo es sencillo el montaje y armado por lo tanto se realiza en menor tiempo y a nivel de calidad se obtiene una superficie más lisa y por lo tanto ya no requiere un tarrajeo.

Se identificó que el encofrado metálico es más eficiente desde el análisis comparativo de costos, ya que resulta más económico utilizarlo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua.

Se determinó que el encofrado metálico es más eficiente desde el análisis de tiempo, ya que se encofra los elementos estructurales en menor tiempo y eleva el rendimiento en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional Moquegua.

Se obtuvo que el encofrado metálico es más eficiente desde el análisis de calidad, ya que el acabado que se obtiene es más liso respecto al encofrado de madera, lo cual ya no requiere un tarrajeo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda lo siguiente:

Se recomienda a las entidades públicas tales como el Gobierno Regional de Moquegua, Municipalidades Provinciales y Municipalidades Distritales consideren la siguiente información y comiencen a utilizar encofrados metálicos en la ejecución de sus proyectos de edificaciones por ser más eficientes desde el punto de vista de costos, tiempo y calidad.

Se recomienda a las entidades públicas tales como el Gobierno Regional de Moquegua, Municipalidades Provinciales y Municipalidades Distritales adquieran y utilicen encofrados metálicos en la ejecución de sus proyectos de edificaciones ya que tendrán un ahorro económico a largo plazo.

Se recomienda a las entidades públicas tales como el Gobierno Regional de Moquegua, Municipalidades Provinciales y Municipalidades Distritales adquieran y utilicen encofrados metálicos en la ejecución de sus proyectos de edificaciones ya que realizaran las actividades de encofrado en menos tiempo y no se generen ampliaciones de plazo por la adquisición de madera.

Se recomienda a las entidades públicas tales como el Gobierno Regional de Moquegua, Municipalidades Provinciales y Municipalidades Distritales adquieran y utilicen encofrados metálicos en la ejecución de sus proyectos de edificaciones ya que el acabado que se obtiene es liso y no requerirá un tarrajeo posterior.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, O. (2017). *Análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de Lima*. (Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego). <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/628>
- Andescol. (2021). *¿Encofrados en madera o en metal?: conoce cuándo utilizar ambos materiales*. ANDESCOL. <https://www.andescol.com/encofrados-en-madera-o-en-metal-conoce-cuando-utilizar-ambos-materiales/>
- Apaza, C. O., & Machaca, M. E. (2020). *Diseño y evaluación de encofrado con fenolicos para construcción del colegio Innova School, Juliaca -2020*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/393/IC-TESIS-OSCAR%20APAZA-EDGAR%20MACHACA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arapa, M. V., & Maldonado, L. F. (2019). *Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cuzco-2017*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco). <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3751>
- Briceño, H. B. (2017). *Aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra-Condominio Real Carabayllo en el 2016*. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo). Lima, Perú. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21733>
- Carrasco, S. (2016). *Metodología de la investigación*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Castañeda Ortega, W. J., & López Pavis, W. J. (2015). *Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social*. (Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres). [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1462/lopez\\_pwj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/1462/lopez_pwj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chunga, Z. J., & Ramirez, T. K. (Abril de 2019). *Aplicación del sistema de encofrado autotrepante y análisis comparativo de la productividad con el sistema de encofrado metálico convencional en edificaciones de gran altura*. (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú). <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/14222>

- De los Santos, R. (2018). *Estudio comparativo entre los sistemas de encofrado en República Dominicana y el sistema de España*. (Tesis de maestría, Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/127723>)
- Delgado, T. (2016). *Diseño de sistema de encofrados en la provincia de Angaraes-Huancavelica*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica). <https://repositorio.unh.edu.pe/items/b14f278b-5ef0-4945-9540-03a6615fa3bf>
- Díaz, B. D. (2021). *Análisis de la evolución de los encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca - 2021*. (Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte). <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28231>
- Díaz, J. (2020). *Análisis comparativo técnico económico entre encofrados de madera y encofrados de aluminio, acero galvanizado para la construcción: una revisión de la literatura científica 2010-2020*. (Trabajo de investigación, Universidad Privada del Norte). <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25476>
- Drae. (2021). *Definición de encofrado*. Real Academia Española: <https://dle.rae.es/encofrado>
- Espinal, M., Quesquen, E., & Sosa, A. (2019). *Análisis comparativo de costo para encofrados en elementos verticales empleando encofrados de madera o metálicos en Patio Taller del Metro de Lima*. Universidad César Vallejo. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2960513>
- Fuentes, M. A., & Guanga, S. B. (2021). *La eficiencia de la Gestión de Conocimiento en las Empresas Constructoras*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil - Ecuador: <http://201.159.223.180/bitstream/3317/17392/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-610.pdf>
- García, G. J., Cazallo, A. A., Barragan, M. C., Mercado, Z. M., Olarte, D. L., & Meza, R. V. (2019). Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. *Espacios*, 40(22), 16. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n22/a19v40n22p16.pdf>
- Guerra, R. J. (2021). *Evaluación del costo y eficiencia en el empleo del encofrado metálico autofabricado y el de aluminio forsa en conjuntos residenciales MDL del Distrito de Comas, Lima 2019*. Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27352?locale-attribute=en>
- Guerrero, C. (2018). *Análisis comparativo de factibilidad técnica, económica y*

*constructiva entre encofrado tradicional y encofrado Losaflex para vigas y losas de hormigón armado en edificaciones.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2019). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas.* México D.F: Mc Graw Hill.
- Herrera, A., Moreno, J., & Robles, N. (2014). *Diagnóstico del uso de encofrados en elementos estructurales de concreto para los diferentes tipos de edificaciones en la zona oriental de El Salvador.* Universidad de el Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7543/>
- Jimenez, E. A. (2019). *Encofrados y andamios para obras civiles de edificaciones.* Lima: Jade Consulting. <https://www.librosperuanos.com/libros/detalle/20025/Encofrados-y-andamios-para-obras-civiles-de-edificaciones>
- Laura, D. (2016). *Diseño de sistema de encofrados en la provincia Angaraes - Huancavelica.* Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1928>
- Lazo, R. K. (2018). *Aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal y su influencia en la construcción del centro comercial Open Plaza - Huancayo en la etapa de estructuras - Universidad Continental.* <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4926>
- Murgia, I. (2017). *Guía práctica de encofrados.* Cruces-Barakaldo: OSALAN.
- Neumann, C. (2017). *Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas.* Cajamarca: Universidad privada del Norte. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21733>
- Ocampo, A. A., & Flores, C. J. (2022). *Análisis de eficiencia y costos del encofrado con revestimiento plástico para la construcción de estructuras de viviendas, Andahuaylas 2022.* Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96453>
- Palomino, H. T., & 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://www.repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/286>

- Panta, F. J. (2021). *Diseño e implementación de encofrados modulares de la empresa ULMA para muros de contención de las bateas de lixiviación del proyecto Mina Justa, Perú, 2019*. Universidad Tecnológica del Perú. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5280>
- Rae, Real academia Española. (2020). Definición de eficiencia. <https://dle.rae.es/eficiencia?m=form>
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *Norma E.060. Concreto Armado. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. <http://www3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Sensico. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. [http://www3.vivienda.gob.pe/documentos/MANUAL\\_SENCICO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/documentos/MANUAL_SENCICO.pdf)
- Vásquez, O. (2011). *Todo sobre Norma técnica Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas*. Lima.

**ANEXOS**

### Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Interrogante del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Métodos
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	Costo  Mano de obra  Rendimiento	<b>Tipo de investigación</b> Explicativa <b>Nivel de investigación</b> Aprehensiva <b>Población</b> Sistemas de encofrado en nuestro país. <b>Muestra</b> Sistema de encofrado convencional con madera y encofrado metálico en construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha de Ilo, departamento de Moquegua.
¿Cuál es el sistema más eficiente entre el sistema de encofrado metálico y el sistema de encofrado convencional en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?	Realizar el análisis comparativo de los sistemas de encofrados en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.	El sistema de encofrado metálico es el sistema más eficiente frente al sistema de encofrado convencional en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.	Sistemas de encofrados		
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	<b>Variable Dependiente</b>	Costo  Tiempo  Calidad	
1. ¿Cuál es el sistema de encofrado más eficiente desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?	1. Identificar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.	1. El sistema de encofrado más eficiente es el encofrado metálico desde el análisis de costo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.	Eficiencia		
2. ¿Cuál es el sistema de encofrado más eficiente desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?	2. Determinar el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.	2. El sistema de encofrado más eficiente es el encofrado metálico desde el análisis de tiempo en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.			
3. ¿Cuál es el sistema de encofrado más eficiente desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021?	3. Obtener el sistema de encofrado más eficiente entre el encofrado de madera y metal desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.	3. El sistema de encofrado más eficiente es el encofrado metálico desde el análisis de calidad en la construcción de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Moquegua en el distrito de Pacocha, 2021.			

## Anexo 2. COTIZACION DE ENCOFRADO METALIDO EMPRESA CADEZ



## Cotización

**CADEZ AL SERVICIO DE LA  
CONSTRUCCION S.R.L.**  
RUC: 20455721297

Fecha: enero-22  
N.º de factura:  
Id. del cliente:

**Para:** Carlos Alberto Durand Pierola  
Estudiante  
Urb. Ilo J-22  
Ilo - Moquegua  
953732740

Vendedor	Telefono	Condiciones de pago	Fecha de vencimiento

Cant.	Descripción	Precio	Total
1	ALQUILER DE ENCOFRADO METALICO PARA PLACAS (x m2)	\$ 38.00	\$ 38.00
1	ALQUILER DE ENCOFRADO METALICO PARA COLUMNAS (x m2)	\$ 35.00	\$ 35.00
1	ALQUILER DE ENCOFRADO METALICO PARA VIGAS (x m2)	\$ 30.00	\$ 30.00
1	ALQUILER DE ENCOFRADO METALICO PARA LOSAS MACIZAS (x m2)	\$ 30.00	\$ 30.00

Subtotal	\$ 133.00
Impuesto sobre las ventas	20.29
<b>Total</b>	<b>\$ 153.29</b>

**ESPECIFICACIONES TECNICAS U OTROS**

-Los costos ofertados corresponden al alquiler del encofrado metalico por metro cuadrado.

-El rango de rendimiento por metro cuadrado utilizando nuestros encofrados son los siguientes:

- Placas: 30 a 40 m2/dia
- Columnas: 10 a 20 m2/dia
- Vigas: 25 a 35 m2/dia
- Losas Macizas: 50 a 60 m2/dia

-Los encofrados metalicos tienen un acabado liso.

Todos los cheques se extenderán a nombre de CADEZ AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION S.R.L.

**Gracias por su confianza.**

JR. VICTORIA NRO. 108 URB. MANUEL PRADO AREQUIPA - AREQUIPA - PAUCARPATA

### Anexo 3. COTIZACION DE ENCOFRADO METALIDO EMPRESA SEBASTIAN Y VALERIA

COTIZACIÓN			
<b>SEBASTIAN Y VALERIA E.I.R.L</b>			
<b>DIRECCION:</b> AV. VENEZUELA - C.C.LA NEGRITA OF 305			
<b>NRO. S/N DPTO. 305 (C.C. COMERCIAL LA NEGRITA OF 305</b>			
<b>TERCER) AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA</b>			
<b>RUC:</b> 20455406855	<b>NÚMERO</b>	321	
	<b>FECHA</b>	10/01/2022	
	<b>VÁLIDO HASTA</b>		

DATOS DEL CLIENTE	
<b>Nombre:</b> Carlos Alberto Durand Pierola	
<b>Dirección:</b> Urb. Noj-22	
<b>DNI:</b> 70498727	
<b>Teléfono:</b> 953732740	
<b>E-mail:</b> carlosdurandpierola10@gmail.com	

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Alquiler de Encofrado Metalico para Placas	1	S.40.00	S.40.00
Alquiler de Encofrado Metalico para Columnas	1	S.33.50	S.33.50
Alquiler de Encofrado Metalico para Vigas	1	S.25.00	S.25.00
Alquiler de Encofrado Metalico para Losas Macizas	1	S.32.00	S.32.00

<b>SUB-TOTAL</b>	S.130.50
IGV % <input style="border: 1px solid black;" type="text" value="18%"/>	\$ 23.49
<b>TOTAL</b>	<b>\$153.99</b>

Términos y condiciones
<p>-El precio es por metro cuadrado.</p> <p>-Rendimientos posibles:</p> <p style="padding-left: 20px;">Placas: 30 a 40 m2/día</p> <p style="padding-left: 20px;">Columnas: 10 a 20 m2/día</p> <p style="padding-left: 20px;">Vigas: 25 a 35 m2/día</p> <p style="padding-left: 20px;">Losas Macizas: 50 a 60 m2/día</p> <p>-Acabado: Liso.</p>