



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS ENCOFRADOS TRADICIONALES, ENCOFRADOS METÁLICOS Y ENCOFRADOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

**Autor:**

Dany Antonio Diaz Burgos

**Asesor:**

Mg. Ing. Tulio Edgar Guillén Sheen

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a todas las personas que me apoyaron, principalmente a mis padres y hermanos que siempre han estado dándome aliento para culminar mi carrera profesional.

## AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Universidad Privada  
del Norte, por los valiosos conocimientos  
durante mi formación profesional.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	33
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	39
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	68
REFERENCIAS .....	76
ANEXOS .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera Para Sobrecimientos .....	39
<b>Tabla 2</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera en Columnas ...	40
<b>Tabla 3</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera en Vigas .....	40
<b>Tabla 4</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera en Losa Aligerada .....	41
<b>Tabla 5</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Sobrecimientos .....	41
<b>Tabla 6</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Columnas .....	42
<b>Tabla 7</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Vigas .....	42
<b>Tabla 8</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Losa .....	43
<b>Tabla 9</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Sobrecimiento .....	43
<b>Tabla 10</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Columnas .....	44
<b>Tabla 11</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Vigas .....	44
<b>Tabla 12</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Sobrecimiento .....	45
<b>Tabla 13</b> Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Sobrecimiento en los Años 2016 y 2020. ....	45
<b>Tabla 14</b> Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Columnas en los Años 2016 y 2020. ....	46
<b>Tabla 15</b> Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Vigas en los Años 2016 y 2020. ....	47
<b>Tabla 16</b> Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Losas en los Años 2016 y 2020. ....	47
<b>Tabla 17</b> Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Sobrecimientos en los Años 2016 y 2020. ....	49
<b>Tabla 18</b> Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Columnas en los Años 2016 y 2020. ....	50
<b>Tabla 19</b> Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Vigas en los Años 2016 y 2020. ....	50
<b>Tabla 20</b> Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Losas en los Años 2016 y 2020. ....	51
<b>Tabla 21</b> Rendimiento de Moldaje Metálico .....	53
<b>Tabla 22</b> Mano de Obra de Sistema de Encofrado Metálico .....	53
<b>Tabla 23</b> Requerimiento del Sistema de Encofrado Metálico .....	53
<b>Tabla 24</b> Evaluación Funcional de Encofrado Metálico .....	54
<b>Tabla 25</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico Para Sobrecimientos .....	54
<b>Tabla 26</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico Para Placas .....	55
<b>Tabla 27</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico Para Sobrecimientos .....	55
<b>Tabla 28</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico en Columnas ....	56
<b>Tabla 29</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico en Vigas .....	56
<b>Tabla 30</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico en Losa Aligerada .....	57

<b>Tabla 31</b>	Rendimiento de Encofrado de Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020 .....	57
<b>Tabla 32</b>	Rendimiento de Encofrado de Metálico en Columnas/Placas en el Año 2020 .....	58
<b>Tabla 33</b>	Rendimiento de Encofrado de Metálico en Vigas en el Año 2020 .....	58
<b>Tabla 34</b>	Rendimiento de Encofrado de Metálico en Losas en el Año 2020 .....	59
<b>Tabla 35</b>	Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimientos en el Año 2020.....	60
<b>Tabla 36</b>	Costo Unitario de Encofrado Metálico en Columnas/Placas en el Año 2020 .....	61
<b>Tabla 37</b>	Costo Unitario de Encofrado Metálico en Vigas en el Año 2020 .....	62
<b>Tabla 38</b>	Costo Unitario de Encofrado Metálico en Losas en el Año 2020 .....	62
<b>Tabla 39</b>	Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado Plástico en Columnas.....	64
<b>Tabla 40</b>	Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado Plástico en Vigas.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Peso de concreto en encofrado de losa. ....	24
<b>Figura 2.</b> Encofrados plásticos. ....	31
<b>Figura 3</b> Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento en los Años 2016 y 2020.....	46
<b>Figura 4</b> Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Columnas en los Años 2016 y 2020.....	46
<b>Figura 5</b> Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Vigas en los Años 2016 y 2020.....	47
<b>Figura 6</b> Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento en los 2016 y 2020 .....	48
<b>Figura 7</b> Rendimiento Promedio de Encofrado Tradicional o de Madera Entre los Años 2016 y 2020.....	48
<b>Figura 8</b> Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento Entre los Años 2016 y 2020.....	49
<b>Figura 9</b> Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento Entre los Años 2016 y 2020.....	50
<b>Figura 10</b> Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento Entre los Años 2016 y 2020.....	51
<b>Figura 11</b> Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Losas Entre los Años 2016 y 2020.....	51
<b>Figura 12</b> Costo Unitario Promedio de Encofrado Tradicional o de Madera Entre los Años 2016 y 2020.....	52
<b>Figura 13</b> Rendimiento promedio y Costo Unitario Promedio de Encofrado Tradicional o de Madera Entre los Años 2016 y 2020.....	52
<b>Figura 14</b> Rendimiento de Encofrado metálico en Sobrecimiento en el Año 2020 .....	58
<b>Figura 15</b> Rendimiento de Encofrado metálico en Columnas/Placas en el Año 2020.....	58
<b>Figura 16</b> Rendimiento de Encofrado metálico en Vigas en el Año 2020 .....	59
<b>Figura 17</b> Rendimiento de Encofrado metálico en Losa en el Año 2020.....	59
<b>Figura 18</b> Rendimiento Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020 .....	60
<b>Figura 19</b> Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020.....	61
<b>Figura 20</b> Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020.....	61
<b>Figura 21</b> Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020.....	62
<b>Figura 22</b> Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020.....	62
<b>Figura 23</b> Costo Unitario Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020 .....	63
<b>Figura 24</b> Rendimiento promedio y Costo Unitario Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020.....	63
<b>Figura 25</b> Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado Plástico en el Año 2017.....	65
<b>Figura 26</b> Nivel de Acabado de Encofrado Tradicional.....	66
<b>Figura 27</b> Nivel de Acabado de Encofrado Metálico .....	66
<b>Figura 28</b> Nivel de Acabado de Encofrado Plástico .....	67

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar las variaciones en costos, nivel de acabado y rendimiento diario de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en edificaciones en la ciudad de Cajamarca – 2021. La investigación es cualitativa, básica, retrospectiva, longitudinal y documental. En el encofrado tradicional de sobrecimiento hay una variación de S/15.96 y 3.33 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado metálico, en el encofrado tradicional de columnas hay una variación de S/33.03 y 5.17 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado metálico y S/7.01 y 2.17 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado plástico, en el encofrado tradicional de vigas hay una variación de S/30.75 y 0.92 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado metálico y S/9.18 y 5.00 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado plástico, en el encofrado tradicional de losas hay una variación de S/30.49 y 7.46 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado metálico. Asimismo, el nivel de acabado del encofrado tradicional es básico, es decir, requiere tarrajeo. También, se definió que el nivel de acabado del encofrado metálico es superior, es decir, que solo se debe lijar y aplicar pintura. Finalmente, se precisó que el nivel de acabado del encofrado plástico es óptimo, es decir, que tiene un acabado liso y listo para pintar.

**Palabras clave:** Encofrados tradicionales, encofrados metálicos, encofrados plásticos.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los encofrados son muy importantes para realizar obras civiles, como son principalmente en la construcción de edificaciones, que se usan en los elementos estructurales como: columnas, vigas, losas aligeradas, placas, muros de contención u otras obras que requieran del uso de encofrados. Para ello, es necesario ver el tipo de material que será usado para encofrar, ya que puede ser de madera, metal o plástico. Estos materiales variarán de acuerdo al proyecto y al presupuesto que se disponga. Por ello, se requiere conocer qué tipo de encofrado es el más económico, el que tiene mejor acabado, el que tiene mayor rendimiento, además, de las ventajas y desventajas de cada uno.

Cuando se habla del encofrado tradicional se refiere a que tiene como estructura base en madera de tipo aserrada, contrachapado y algunos elementos en acero. El uso de este método de encofrado es utilizado en proyectos pequeños, en países donde la construcción se encuentra un paso atrás con respecto a países desarrollados y sobre todo donde los costos de mano de obra están por debajo del presupuesto que conllevaría el alquiler o la inversión de la compra de encofrados modulares. Gracias al fácil manejo de la madera y su flexibilidad en el uso, se puede crear casi cualquier forma con el hormigón (De los Santos, 2018).

En lo que respecta a los encofrados tradicionales estos se usan para la elaboración de columnas, muros, losas fundaciones, etc. Los materiales mayormente utilizados en estos encofrados son: madera, acero y fibra de vidrio. Los encofrados de madera son elaborados por carpinteros de obra y se usan tablas, tableros, cuarterones y puntales de madera es utilizada para encofrar columnas, vigas, losas etc. No hay ninguna técnica para este tipo de encofrado. Solo la experiencia del ingeniero encargado de obra (Laura, 2016).

Encofrados tradicionales: son los que se realizaban utilizando tablones, tablas, tabloncillos, tornapuntas, etc. Los elementos que forman parte de este sistema eran cortados a medida y se unían hasta dar forma al encofrado. Estos se utilizaban una sola vez en la

actualidad se utilizan como complemento a otros sistemas de encofrados en aquellas zonas donde sea necesario realizar remates (Briceño, 2017).

En un principio, la madera fue el material predominante en los moldes estructurales, pero el desarrollo en el uso de otro tipo de materiales, junto con el aumento de uso de accesorios especializados ha cambiado poco a poco la historia de los encofrados. Actualmente el aumento de prefabricados, el ordenamiento y el aseo en las sobras por recursos mecánicos han obligado a que se construyan encofrados de mayor durabilidad tanto por su manipulación como para utilidad en el mayor número de ocasiones, lo que ha obligado al uso de moldes metálicos (Neumann, 2017).

Una de las principales tendencias a nivel mundial es la búsqueda de nuevas técnicas y equipos para mejorar procesos ineficientes, dañinos al medio ambiente o mejorar la productividad de un trabajo. Tal es el caso de los encofrados para vigas y losas de hormigón armado, donde se propuso el sistema LosaFlex como solución a las dificultades técnicas y constructivas, y los costos elevados del sistema tradicional de encofrados (Guerrero, 2018).

Los encofrados modulares están constituidos por elementos normalizados y prefabricados, que son muy útiles en obras de gran volumen y que tienen secciones de formas repetitivas como, por ejemplo, los edificios de apartamentos. Los encofrados modulares permiten reducir los costos de la construcción, debido a su versatilidad para adoptar distintas formas, su fácil manejo en la obra y a que son reutilizables. El principal elemento de un encofrado modular es la formaleta. Una formaleta es una pieza rectangular que se une con otras para formar los moldes para el vaciado del concreto. Cuando no es posible usar una formaleta, se ponen uno o más fillers de ajuste que en su funcionalidad asemejan formaletas: tienen el mismo largo, pero se fabrican con un ancho menor que el de la formaleta más pequeña. Aunque hay muchas más piezas (esquineros, herrajes variados, entre otros), la

complejidad del diseño del encofrado radica en cómo se disponen las formaletas y los fillers de ajuste para crear el molde de una estructura en concreto (Martínez, Díaz, & Duque, 2019).

El encofrado metálico posee como función primordial dar al concreto la forma proyectada, proveer su estabilidad como concreto fresco, asegurar la protección y la correcta colocación de las armaduras. También tiene como función proteger al concreto de golpes, así como de la influencia de las temperaturas externas y reducir la pérdida de agua, ya que es el ingrediente más fluido de los tres elementos que lo componen (cemento, gravilla y agua) (Arapa & Maldonado, 2019).

El encofrado metálico o los sistemas industrializados están constituidas por piezas y formas predeterminadas fabricadas de forma industrial que se montan en la obra para realizar el encofrado (Briceño, 2017).

Los encofrados metálicos comenzaron a aparecer con mayor fuerza a partir del año 2001. Este sistema de encofrado está compuesto por cierta cantidad de piezas rígidas, las cuales solo se ajustan a una forma exclusiva; es decir, solo sirven como molde a una sola forma en la que haya sido proyectada. Ello sería una desventaja contra los encofrados de madera, puesto que éstos sí se pueden utilizar para diversas formas (cortando, añadiendo más piezas, clavando, etc.). Sin embargo, la ventaja de los encofrados metálicos se resalta en la facilidad y rapidez tanto en la colocación como en el momento de retirarlos, además de su duración casi ilimitada, ya que su deterioro con el uso es poco (Chunga & Ramírez, 2019).

Los encofrados verticales son los que sufren mayor presión de concreto en sus paredes verticales y según el tipo de proyecto se define si se usan encofrados tradicionales (madera) o prefabricados (metálicos y de madera). Los elementos que generalmente constituyen estos tipos son: Tradicional (tablón, tabloncillo, tabla, puntales). Prefabricado (panel, grapas, estabilizadores, ménsulas de trabajo) (Lazo, 2018).

Se utiliza el plástico para el sistema de encofrado de este tipo, absolutamente casi todas las piezas son de plásticos, excepto los puntales. Este sistema es totalmente modular, ayudando el ahorro del tiempo en montaje y desencofrado. También son fáciles de limpiar, pero no cuenta con la misma durabilidad que los otros materiales (De los Santos, 2018).

Los encofrados reutilizables prefabricados consisten en módulos estandarizados fabricados en empresas especializadas generalmente están hechos en metal, el encofrado es puesto por fuera y dentro de este es vaciado el hormigón; Las dos principales ventajas de los sistemas de los encofrados prefabricados, en comparación con los moldes tradicionales de la madera, son de velocidad de la construcción (son sistemas modulares clip o tornillo que se instalan rápidamente en obra) y una reducción de costos a través del ciclo de vida (salvo fuerza mayor, el molde de metal es prácticamente indestructible) (Ibarra, 2016).

Según estos autores, los encofrados han ido evolucionando con el paso del tiempo, con ello se han mejorado los acabados, reduciendo costos, aumentando rendimientos y generando menor desperdicios de los materiales. Además, como menciona, Leiva, Medina, Puchurtintta, & Sulca (2019) los encofrados deberán ser construidos de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente para que conserven su rigidez. Antes de depositar el concreto, los encofrados deberán ser convenientemente humedecidos y sus superficies interiores recubiertas adecuadamente con aceite, grasa o jabón para evitar la adherencia del mortero; además de esto, existen aditivos que disminuyen la adherencia del concreto con el encofrado.

En esta investigación se va a realizar el Análisis de la evolución de los encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca – 2021, en base a investigaciones realizadas se enmarca en la línea de investigación tecnologías emergentes (nuevas tecnologías para la construcción) y también en expedientes técnicos que han sido aprobados que incluyen encofrados.

Luego de lo mencionado anteriormente, esta investigación tiene como pregunta: ¿Cómo han evolucionado los encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca - 2021?, para eso se estudiará a la variable evolución de encofrados, teniendo como grupo de estudio a 15 investigaciones previas que fueron recopiladas de las siguientes fuentes: Redalyc, Google Académico y SEACE (en el caso de expedientes técnicos)

En la presente investigación se planteó como objetivo general: Determinar los factores que influyen en la evolución de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en edificaciones en la ciudad de Cajamarca – 2021, y como objetivos específicos: Establecer las variaciones de costos entre los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plástico; Comparar el nivel de acabado entre los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plástico; Comparar los rendimientos diarios de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos. Proponiéndose como hipótesis general lo siguiente: La evolución de los encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca; ha sido positiva reduciendo costos, aumentando los rendimientos diarios y mejorando los niveles de acabado. Asimismo, se plantearon las siguientes hipótesis específicas: Las variaciones de los costos de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plástico varían en más del 10% entre sí; El nivel de acabado de los encofrados de madera es inferior, en relación a los encofrados metálicos y encofrados plástico; Los rendimientos diarios de los encofrados de madera son menores al 50%, en relación a los encofrados metálicos y encofrados plásticos. A continuación, se describen los antecedentes para tener estudios que justifican la investigación:

Según, De los Santos (2018) en su tesis denominada “Estudio comparativo entre los sistemas de encofrado en República Dominicana y el sistema de España”, tiene como

objetivos alcanzar una solución factible y viable para el sistema de encofrado tradicional en la República Dominicana; Identificar cuáles son las características del sistema de encofrado tradicional en España para ver si éstas se pueden introducir dentro del sistema dominicano, para cumplir el objetivos primeramente se eligió a uno de los encofrados tradiciones, dentro de la metodología están la fase de investigación de cada uno de los sistemas de encofrados, comparación y por último la fase de la elaboración del documento, teniendo como resultados que dentro de los valores obtenidos por la herramienta informática se tiene que el sistema de encofrado español supera en un 56.8% al sistema de encofrado dominicano. Además, en los resultados obtenidos por el análisis de sensibilidad se pudo ver que el sistema de encofrado dominicano obtuvo un 43.6%, esto quiere decir que mejoraría en un 22% y concluyó que el sistema de encofrado tradicional en la República Dominicana es más deficiente que el sistema de encofrado en España, el sistema de encofrado dominicano a pesar de tener un precio más asequible, este no cuenta con un alto índice de seguridad teniendo como resultado un alto riesgo laboral y de accidentes.

Asímismo, Laura (2016) en su tesis denominada “Diseño de sistema de encofrados en la provincia de Angaraes - Huancavelica”, tiene como objetivo determinar un diseño adecuado de encofrados de los elementos que conforman una estructura en edificaciones en el distrito de Lircay – Angaraes - Huancavelica, para cumplir el objetivo primeramente se eligió una obra "Mejoramiento de los Servicios Educativos de Institución Educativa José Carlos Mariátegui de Ccollpapampa del distrito de Lircay – Angaraes - Huancavelica", dentro de la metodología la fase inicial del trabajo consistió en un marco teórico el cual explica los sistemas utilizados de encofrados, materiales empleados para la elaboración de los encofrados y los esfuerzos propios de los materiales. Seguidamente se precedió a calcular los encofrados de los elementos estructurales tales como: losas, vigas y columnas, desarrollando los aspectos constructivos de los encofrados y sus procesos, obteniendo como

resultados que las cargas que actúan sobre el enladrado son aumentadas en un 30% con la finalidad de cubrir cualquier sobrecarga momentánea correspondiente al factor impacto y concluyó que para el diseño de enladrado de una edificación, donde hace referencia que los enladrados metálicos son muy costosos que el enladrado tradicional (madera), pero a largo plazo resulta más rentable debido a que se puede utilizar más veces que el enladrado de madera.

También, Briceño (2017) en su tesis denominada “Aplicación de enladrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra-Condominio Real Carabaylo en el 2016”, tiene como objetivo establecer que La Aplicación de enladrados Modulares en viviendas multifamiliares aumentará Productividad en obra- “Condominio Real Carabaylo”, para cumplir el objetivo primeramente se eligió una muestra no probabilística sujeto al criterio del investigador, para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación, cuyo instrumento fue la ficha de recopilación de datos para la variable enladrados modulares y productividad, obteniendo como resultados que la aplicación de enladrados modulares en viviendas multifamiliares en la productividad de la obra “Condominio Real Carabaylo” en el 2016, el 75% utilizó enladrado metálico y el 25% utilizó enladrado de madera. Se llegó a la conclusión que se debe aplicar enladrados modulares en viviendas multifamiliares en la productividad de la obra “Condominio Real Carabaylo”.

Según, Guerrero (2018) en su tesis denominada “Análisis comparativo de factibilidad técnica, económica y constructiva entre enladrado tradicional y enladrado Losaflex para vigas y losas de hormigón armado en edificaciones”, tiene como objetivo determinar qué tan viable es la utilización de este nuevo sistema de enladrados, para cumplir el objetivo primeramente se eligió dos obras en construcción en Quito - Ecuador, donde se pudo observar las ventajas y desventajas del proceso constructivo, y la duración con los dos tipos

de encofrado, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, recomienda que el diseño de la estructura se coordine con el diseño arquitectónico con el afán de tener luces grandes o a su vez losas planas, para que de esta manera se pueda maximizar los beneficios que este nuevo sistema de encofrado (LosaFlex) presenta y concluyó que si la losa a encofrar es una losa sobre vigas descolgadas con luces cortas el sistema LosaFlex es técnicamente y constructivamente muy superior al sistema tradicional y también presenta un ahorro económico, pero no altamente superior a diferencial del caso anterior.

También, Martínez, Díaz, & Duque (2019) en su artículo científico denominado “Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares”, tiene como objetivo proponer la implementación de un modelo de restricciones que genera encofrados para muros rectilíneos usando formaleas modulares, este enfoque se basa en la descomposición de muros y su representación en instancias del problema de cambio de monedas. Para este propósito, se utiliza el concepto de descomposición rectangular orientada para simplificar la entrada del problema y abordar la solución como un problema de optimización por restricciones (COP). Los experimentos con entradas de prueba ofrecen soluciones en tiempos inferiores a 200 segundos, cuyo resultado es un enfoque práctico y eficiente para la compleja tarea del diseño de encofrados.

Asimismo, Arapa & Maldonado (2019) en su tesis denominada “Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la Construcción de edificios de la ciudad del cusco - 2017”, tiene como objetivo comparar la eficiencia de los encofrados metálicos con respecto al encofrado de madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco – 2017, para cumplir el objetivo primeramente se eligió dos Instituciones Educativas seleccionadas las tienen que coincidir en: (i) periodo de ejecución (para conocer el tipo de gestión que se utiliza en ese periodo), y (ii) ubicación (para delimitar el área de estudio), teniendo como resultados en la prueba de laboratorio, el encofrado metálico sufrió

una deformación lateral de 1,13 mm en cambio el encofrado con madera sufrió una deformación lateral de 2,82 mm, debido como causa principal que en el encofrado de madera se utiliza alambre #8 para asegurar los barrotes y eso son los que sufren estiramientos en dirección horizontal y concluyó que en cuanto al comportamiento estructural tiene como ventaja, el encofrado metálico menores deformaciones laterales durante el proceso de vaciado.

Además, Chunga & Ramírez (2019) en su tesis denominada “Aplicación del sistema de encofrado autotrepante y análisis comparativo de la productividad con el sistema de encofrado metálico convencional en edificaciones de gran altura”, tiene como objetivo estudiar el empleo o uso del Sistema de Encofrado Autotrepante (ATR) presentándolo como una solución técnica moderna, la cual brinda mayores beneficios que el Sistema de Encofrado Metálico Convencional, analizando y evaluando el aporte que tiene en el aumento de la productividad, calidad y seguridad en la construcción de edificaciones de gran altura, para cumplir el objetivo primeramente se realizó la búsqueda y obtención de información de antecedentes para cada tipo de sistemas de encofrados, visitó a empresas proveedoras de encofrados con la finalidad de obtener asesoría sobre los precios de venta y arriendo, obtuvo los rendimientos de cada sistema de encofrado, a partir de la experiencia e información recopilada y realizó una comparación y estimación económica entre el Sistema Metálico Convencional y el Sistema de Encofrado Autotrepante, teniendo como resultados que en comparación con el sistema metálico convencional y el sistema deslizante, el sistema de encofrado autotrepante es un sistema de uso más práctico para construcciones de gran altura y concluyó que el empleo del Sistema de Encofrado Autotrepante es recomendable para edificaciones de gran altura y está conformado por varias plataformas de trabajo y de un molde de encofrado que varía entre los 2.4 m y 6 m de altura. Este sistema se apoya sobre los muros de concreto ya construidos una vez que hayan alcanzado una resistencia mínima

adecuada ( $150\text{kg/cm}^2$ ) y está sujetos a ellos por medio de anclajes, los cuales se encuentran embebidos en el concreto.

También, Lazo (2018) en su tesis denominada “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”, tiene como objetivo determinar la influencia de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras, para cumplir el objetivo se tiene como muestra a la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en los frente de trabajo 02, 05 y 06 que cuenta con un área total de  $11,349.62\text{ m}^2$  para los elementos estructurales verticales y horizontales, con una metodología analítico, tipo aplicado y nivel descriptivo- exploratorio, el diseño es no experimental transversal, la técnica utilizada es la observación en campo que permitió recoger la información en el mismo lugar donde se encuentra el objeto estudiado, teniendo como resultados que al aplicar un sistema con desplazamiento horizontal reduce la producción a  $200\text{ m}^2/\text{ día}$ , mejora la productividad de mano de obra a  $1.96\text{ hh/m}^2$ , reduce la eficiencia del uso del equipo de encofrado en un 30%, disminuye el costo de la partida de encofrado de elementos verticales y horizontales en un 0.0111% y disminuye el plazo de ejecución del proyecto y concluyó que se determinó que la influencia de aplicar un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro comercial Open Plaza Huancayo es positiva porque resulta menos costosa y la ejecución culmina antes de lo proyectado.

Según, Jimenez (2018) en su tesis denominada “Encofrados deslizantes y la productividad en la construcción de tanque elevado de concreto armado – SMP- Lima 2018”, tiene como objetivo determinar la productividad en construcciones de tanques elevados de concreto armado con el sistema de encofrados deslizantes del encofrado tradicional, para

cumplir el objetivo se tiene como muestra a tanques elevados de concreto armado, con una metodología cuasi experimental donde en la investigación se realizó la evaluación técnico - económica entre los sistemas constructivos del encofrado metálico deslizante y el encofrado metálico trepante, ante un encofrado de madera aplicado a un reservorio, teniendo como resultados que el rendimiento para el encofrado deslizante para una estructura de 12 a 24 metros es de 60 m<sup>2</sup>/día y para el encofrado trepante es de 50 m<sup>2</sup>/día. Asegurando así que el encofrado deslizante reduce el tiempo y costo en comparación con el encofrado deslizante. Para el encofrado deslizante su precio unitario fue de 89.38 S/. el metro cuadrado y para el encofrado trepante su precio unitario es 111.78 S/. el metro cuadrado, Por lo tanto, el encofrado deslizante en comparación con el encofrado trepante se diferencia en 22.40 S/. el metro cuadrado haciendo un porcentaje entre los dos encofrados de 11.14 %, por lo tanto el encofrado deslizante se ejecuta con menor costo solamente en la partida de encofrados y concluyó que el encofrado deslizante y el encofrado trepante, la diferencia de costos y días de ejecución se empieza a ser más notoria a partir de los 10 metros de altura de la estructura.

De igual manera, Leiva, Medina, Puchurtintta, & Sulca (2019) en su tesis denominada “Expediente técnico de una edificación unifamiliar ubicado en Manchay, distrito de Pachacamac”, tiene como objetivo Determinar el presupuesto de la construcción de una edificación unifamiliar en base a la arquitectura propuesta, cumpliendo con las especificaciones técnicas mínimas que se requieren a fin de satisfacer la necesidad del cliente en el centro poblado de Manchay - Pachacamac, año 2019, para cumplir el objetivo se tiene como muestra una edificación multifamiliar, con una metodología búsqueda de información, visita a campo, ensayos en el laboratorio, procesamiento de información, análisis y resultados, teniendo como resultados que en el estudio de suelo realizado se identificaron las propiedades y características del suelo obteniendo un tipo de suelo SM con un porcentaje significativo de gravas angulares (39.03%) y capacidad portante admisible de 2.71 Kg/cm<sup>2</sup>

y concluyó que el alcance y la calidad son las exigencias más importantes del cliente y esto se ve reflejado en las especificaciones de la Arquitectura.

Según, Castañeda & López (2015) en su tesis denominada “Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social caso: Condominio Ciudad Verde – Puente Piedra – Lima”, tiene como objetivo comparar la eficiencia entre el sistema encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social en el Condominio Ciudad Verde – Puente Piedra – Lima, para elegir el encofrado más eficiente, para cumplir el objetivo se tiene como muestra a un condominio, con una metodología cuantitativa, comparativa y Retrospectiva, así también su diseño de investigación, no experimental, transversal y descriptivo, teniendo como resultados que los encofrados metálicos son 30 por ciento más costosos que los encofrados de aluminio, esto debido a que los encofrados de aluminio son modulados, lo cual permite el alquiler de los paneles exactos para cada módulo de vivienda y concluyó que la eficiencia del sistema de encofrado de aluminio con resultados: en costo, un 6 por ciento de ahorro, en tiempo se adelantó la entrega de la obra gris con un 12 por ciento en el cronograma de vaciados y en calidad, a pesar de los desplomes de muros y losas no tuvo mayor incidencia el costo de reparaciones.

Además, Malca (2011) en su tesis denominada “Estudios para la construcción de un proyecto de edificación de viviendas”, tiene como objetivo realizar un adecuado planeamiento de Obra, que abarque todas las etapas de un proyecto de construcción, desde la etapa previa a la ejecución, cuando el proyecto se encuentra en marcha, y la etapa final, para cumplir el objetivo se tiene como muestra una edificación, con una metodología analítica, teniendo como resultados que es importante que en el planeamiento de Obra se detalle la forma como nuestro proyecto será llevado a cabo, además debe ser realizado de forma conjunta con el personal que se hará cargo del proyecto, es importante que estén

identificados los alcances del mismo y además deberán de seguir el siguiente orden, análisis macro o general (planeamiento de Obra), programación de Obra y también una programación mas a detalle (programación de 3 semanas o Look Ahead), evaluar las restricciones que pudieran presentarse por cada una de las tareas programadas y luego verificar si lo programado realmente se llegó a ejecutar y concluyó que en la etapa de planeamiento donde debemos de definir la secuencia con la que ejecutaremos el proyecto y de acuerdo a esto se realizara la programación de Obra por tanto será importante no modificar lo planeado en un inicio.

También, Lazo (2018) en su tesis denominada “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”, tiene como objetivo determinar la influencia de la aplicación de un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de estructuras, para cumplir el objetivo se tiene como muestra a la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en los frente de trabajo 02, 05 y 06 que cuenta con un área total de  $11,349.62 \text{ m}^2$  para los elementos estructurales verticales y horizontales, con una metodología analítico, tipo aplicado y nivel descriptivo- exploratorio, el diseño es no experimental transversal, la técnica utilizada es la observación en campo que permitió recoger la información en el mismo lugar donde se encuentra el objeto estudiado, teniendo como resultados que al aplicar un sistema con desplazamiento horizontal reduce la producción a  $200 \text{ m}^2/\text{día}$ , mejora la productividad de mano de obra a  $1.96 \text{ hh}/\text{m}^2$ , reduce la eficiencia del uso del equipo de encofrado en un 30%, disminuye el costo de la partida de encofrado de elementos verticales y horizontales en un 0.0111% y disminuye el plazo de ejecución del proyecto y concluyó que se determinó que la influencia de aplicar un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción del centro comercial Open

Plaza Huancayo es positiva porque resulta menos costosa y la ejecución culmina antes de lo proyectado.

Igualmente, Ibarra (2016) en su tesis denominada “Análisis de la baja demanda de encofrados plásticos de polietileno en Guayaquil”, tiene como objetivo identificar los factores de la baja demanda de encofrados plásticos de PEHD en la ciudad de Guayaquil, para cumplir el objetivo se tiene como muestra a 171 empresas constructoras, con una metodología cuantitativa o método tradicional, teniendo como resultados que los materiales tradicionalmente utilizados para encofrar son la madera (Usd 5,70 el metro cuadrado) seguido del metálico porque el primero es el más económico y el segundo se lo puede alquilar (Usd 4,50 el metro cuadrado) a otras empresas que ofrecen este tipo de sistema o si desean lo pueden comprar por metro cuadrado. El encofrado metálico durante su ciclo de vida tiene que pasar por diferentes correcciones puesto que tiende a oxidarse, doblarse, etc y esto acarrea costos para su reparación. y concluyó que la baja demanda de encofrados plásticos PEHD se debe a su alto precio en relación a los encofrados de madera o metálicos tradicionalmente utilizados seguido del factor cultural cuyo personal demuestra poca oportunidad a conocer nuevas tecnologías.

Finalmente, Neumann (2017) en su tesis denominada “Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas”, tiene como objetivo determinar los costos y la eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas, para cumplir el objetivo se tiene como muestra una obra de construcción en la escuela técnica PNP San Bartolo Lima Perú, con una metodología No- experimental, descriptiva, transversal y comparativa, teniendo como resultados que los encofrados plásticos con respecto a los costos aumentan el costo unitario en un 29.88% en columnas y un 10.89% en vigas frente al encofrado tradicional de madera ,respecto a la eficiencia reducen el tiempo de instalación en un 44.44% para columnas y para vigas un 47.06% frente al encofrado tradicional, también poseen buen

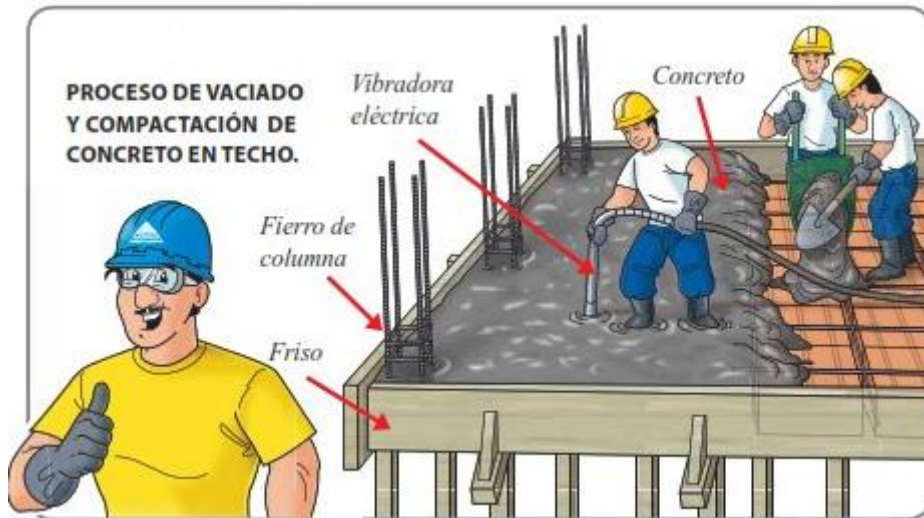
acabado(Liso) y buena verticalidad y concluyó que los rendimientos promedios establecidos para cada tipo de encofrado, se tuvo que el de madera es el más bajo con  $10 \text{ m}^2/\text{día}$  para columnas y de  $9 \text{ m}^2/\text{día}$  para vigas, seguido por el encofrado metálico con  $15 \text{ m}^2/\text{día}$  para columnas y de  $14 \text{ m}^2/\text{día}$  para vigas y el encofrado con más alto rendimiento es el plástico con  $18 \text{ m}^2/\text{día}$  para columnas y  $17 \text{ m}^2/\text{día}$  para vigas.

**Definición de Encofrado.** Según, DRAE (2021) el encofrado es un “molde formado con tableros o chapas de metal o de material análogo, en el que se vacía el hormigón hasta que fragua, y que se desmonta después”. Asimismo, Arapa & Maldonado (2019) establece que “el encofrado es un conjunto de elementos que sirven para contener la masa de concreto hasta su endurecimiento, se les da también otros nombres, como formas, formaletas, moldes, etc”. Además, Briceño (2017) define a “los encofrados son aquellas estructuras que pueden permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamiento y dimensiones requeridos por los planos y las especificaciones técnicas. Para ello los encofrados y sus soportes deberán estar adecuadamente arriostrados”.

**Tipos de carga que actúa en el encofrado.** Los encofrados se encuentran sometidos a diferentes presiones una vez que el hormigón fresco es vertido, además de otros factores que inciden en su estabilidad, los cuales se detallan a continuación:

**Peso del concreto.** Ha sido señalado que los encofrados deben ser considerados como estructuras; en efecto; en tanto el concreto no alcance las resistencias mínimas exigibles para proceder a desencofrar, los encofrados tienen que ser suficientemente resistentes para soportar el peso del concreto. Esto ocurre en los encofrados de vigas y techos. El concreto es un material de considerable peso. Un metro cúbico de concreto pesa aproximadamente 2400 kg, magnitud nada despreciable; por ejemplo, un metro cuadrado de losa de concreto de 0.15m de espesor pesa alrededor de 360 kg, equivalente a más de 8 bolsas de cemento (Neumann, 2017).

El peso de un determinado volumen de concreto se obtiene multiplicando dicho volumen por el peso específico del concreto, que como ha sido ya indicado es cercano a los 2400 kg/m<sup>3</sup>. Así, por ejemplo, un metro lineal de una viga de 0.25m x 0.80m, pesa  $0.25 \times 0.80 \times 1.00 \times 2400 = 480$  kg (Neumann, 2017).



**Figura 1.** Peso de concreto en encofrado de losa.  
**Fuente:** Aceros Arequipa

**Cargas de Construcción.** Adicionalmente el peso del concreto, los encofrados deben soportar las cargas de construcción; éstas corresponden al peso de los trabajadores que participan en el llenado de los techos y al equipo empleado en el vaciado (Neumann, 2017).

Para establecer las cargas de naturaleza referida es usual adoptar, como equivalente, una carga uniformemente repartida en toda el área de los encofrados. Para encofrados convencionales y vaciados con equipo normal se suele tomar de valor de 200 kg/m<sup>2</sup>, magnitud que debe sumarse el peso de concreto. En tal consideración, la carga por m<sup>2</sup> sobre el encofrado de un techo aligerado de 0.20 m, empleando equipo convencional para el vaciado, será:  $300 + 200 = 500$  kg, es decir media tonelada (CAPECO, 2003).

**Peso propio de los encofrados.** En encofrados de madera, el peso propio de los mismos tiene poca significación en relación con el peso del concreto y cargas de

construcción. En el caso de encofrados metálicos, por ejemplo, encofrados de techos con viguetas metálicas extensibles- el peso que aportan debe tenerse en cuenta (Neumann, 2017).

El peso propio de encofrados de techos con viguetas metálicas es aproximadamente 50 kg por metro cubico de techo. El peso exacto debe establecerse a partir de la información que proporcionen los proveedores de este tipo de encofrados (Neumann, 2017).

**Cargas diversas.** Otras cargas que también deben ser previstas y controladas, especialmente durante el llenado de los techos, son las que se derivan de la misma naturaleza de los trabajos (Neumann, 2017).

Al respecto debe evitarse concentraciones de concreto en áreas relativamente pequeñas de los encofrados de techos. Este incorrecto procedimiento transferirá cargas que podrían sobrepasar la resistencia portante prevista de los pies derechos o puntuales ubicados debajo de dichas áreas o, eventualmente, originar el levantamiento de puntuales contiguos a las mismas (Neumann, 2017).

Asimismo, otras cargas constituyen potencial riesgo. Entre ellas las generadas por el arranque y parada de motores de máquinas, más aún si éstas de alguna manera están conectadas con los encofrados (Neumann, 2017).

Inclusive, la acción del viento, principalmente en aquellos lugares donde puede alcanzar considerable fuerza, debe ser prevista proporcionando a los encofrados apropiados arrostramientos (Neumann, 2017).

**Presión del concreto fresco.** Al ser colocado en los encofrados, el concreto tiene la consistencia de una masa plástica. A medida que transcurre el tiempo va endureciendo convirtiéndose finalmente en un material sólido. En este lapso, desde su colocación hasta su endurecimiento, el concreto ejerce considerable presión sobre los tableros de los encofrados de muros y columnas (Neumann, 2017).

**Sistemas de encofrado industrializados y tradicional.** Los sistemas de encofrado en obra se dividen en dos grandes grupos como son:

**Sistema industrializado.** Los sistemas de encofrados industrializados se destacan por su versatilidad de construcción, son métodos de construcción en sitios, no hay ningún tipo de juntas que disimular, el resultado final es sólido y visualmente idéntico a la construcción convencional utilizando básicamente los mismos materiales equipos (Laura, 2016).

Dentro de este tipo de sistemas se puede mencionar los encofrados deslizantes los cuales generalmente se utilizan para la construcción de las siguientes estructuras de concreto: Silos monoceculares y multicelulares, edificios, chimeneas, depósitos de agua y pilas de viaductos (Laura, 2016).

Todas estas estructuras son verticales y se caracterizan porque en la mayoría de ellas se necesita construir muros en los que el concreto ha de quedar comprendido entre dos superficies próximas para lo que resulta muy apropiado el empleo de estos encofrados deslizantes (Laura, 2016).

Los elementos esenciales de un encofrado deslizante son los siguientes: entablado, carreras, marcos, plataforma de trabajo, andamios suspendidos y gatos. Estos pueden ser elaborados de madera o metal y son tecnología extranjera. La compañía extranjera elabora este tipo de encofrados muy poco utilizables en nuestro medio. La velocidad con que avance la obra dependerá de la velocidad de fraguado. Las armaduras se colocan a medida que avanzan los encofrados (Laura, 2016).

**Sistema tradicional.** En lo que respecta a los encofrados tradicionales estos se usan para la elaboración de columnas, muros, losas fundaciones, etc. Los materiales mayormente utilizados en estos encofrados son: madera, acero y fibra de vidrio. Los encofrados de madera son elaborados por carpinteros de obra y se usan tablas, tableros, cuarterones y puntales de

madera es utilizada para encofrar columnas, vigas, losas etc. No hay ninguna técnica para este tipo de encofrado. Solo la experiencia del ingeniero encargado de obra (Laura, 2016).

**Clasificación de los encofrados.** Los encofrados varían según el tipo de obra, calidad del hormigón, material etc. pero podemos clasificarlos todos ellos de acuerdo con los siguientes criterios (Neumann, 2017):

**Encofrado por el tipo de hormigón.** Existen dos tipos de encofrados, encofrados de hormigón visto y encofrados de hormigón para revestir. Los primeros necesitarán paneles lisos, impermeables, normalmente metálicos, ya que permiten un número de puestas mayor que los plafones de madera, y a veces se recubrirán de tejidos antiadherentes o líquidos desencofrantes, ya que el hormigón se convertirá en la fachada de la edificación, estas condiciones y cuidados por el contrario no serán necesarias en el caso de que el hormigón no sea el acabado final de la obra (Neumann, 2017).

**Por el número de usos.** Los encofrados recuperables, se emplean bloques de poli estireno expandido, que pueden ser recuperados luego de fraguado el hormigón, y ser utilizados nuevamente en repetidas ocasiones. El sistema es apto para la construcción de entresijos casetonados. Los bloques no necesitan ajustarse a un módulo determinado, debido a que se cortan de bloques de mayor tamaño, con las dimensiones necesarias para cada caso en particular. El peso específico aparente del poli estireno expandido debe ser de  $25 \text{ kg/m}^3$  (Neumann, 2017).

### **Por sus materiales**

**Encofrado de madera.** En los encofrados de madera el revestimiento se realiza en el sitio utilizando como material de fabricación las tablas y madera contrachapada o aglomerado resistente a la humedad. Es fácil de producir, muy utilizada en obras pequeñas y medianas donde los costos de mano de obra son menores que los de alquiler de encofrado, por el contrario, la madera contrachapada tiene una vida útil relativamente corta. Además,

es utilizado en obras que, aunque grandes tienen diseños muy específicos y únicos para los cuales no se encuentran encofrados prefabricados en el mercado, en este tipo de construcciones se combina el uso de encofrados a medida hechos en madera, con los estandarizados que se alquilan como por ejemplo puntales y viguetas extensibles (Neumann, 2017).

**Ventajas del encofrado tradicional.** El encofrado tradicional (de madera) es económico, su costo de inversión es bajo con respecto a los demás materiales, permite producir prácticamente cualquier forma que presenten ciertos detalles constructivos, pero no con tanta facilidad que los encofrados de plástico, es fácil montaje, bajo peso en relación con su resistencia, por ser un material liviano presenta una considerable capacidad a la tracción y compresión y se encuentra en el mercado fácilmente (Neumann, 2017). Además, una de las ventajas de usar madera para la elaboración de encofrados es su bajo costo inicial y su fácil manipulación en obra (Laura, 2016).

**Desventajas del encofrado tradicional.** No debe abusarse el armarlo de clavos y tornillos ya que esto debilita la madera. Para su óptima conservación, la madera es conveniente se pinte con periodicidad y así evitar el deterioro por acción del clima. Para obras de gran magnitud como son las de gran altura, se vuelve complicado y costosa la fabricación de madera. Es necesario también que, si sufrieron algún daño, este sea reparado. Cuando se realice el desencofrado de madera, se debe evaluar la dirección de carga de la losa, pasar niveles sobre los muros, y colocar los tablonces de madera seleccionados para que no se hundan los tacos (Neumann, 2017).

La madera empleada para la elaboración de los encofrados deberá estar seca y sin defectos que afecten su resistencia, aspecto o durabilidad. Siempre que sea posible se emplearan maderas del país, estas son generalmente blandas de color blanco o blanquecino (Laura, 2016).

Los encofrados de madera deben de retirarse cuidadosamente, limpiarse, aceitarse y almacenarse en condiciones tales que se prevengan su posible distorsión. Periódicamente se deberán comprobar si es necesario sanear, fortalecer o reemplazar alguna parte del material para encofrar (Laura, 2016).

Este grupo de maderas para la construcción de encofrados se dividen en las siguientes clases:

**Buenas.** las cuales tienen un coeficiente máximo de rotura a la flexión que oscila entre 100 a 900 kg/cm<sup>2</sup>, entre los cuales se pueden nombrar: jabillo y saquisaqi. (Laura, 2016).

**Interiores.** Las cuales tienen un coeficiente máximo de rotura a la flexión que oscila entre 150 a 400 kg/cm<sup>2</sup>, entre las cuales se pueden nombrar: balso, jabillo, miragua, mijao (Laura, 2016).

**Encofrados metálicos.** En un principio, la madera fue el material predominante en los moldes estructurales, pero el desarrollo en el uso de otro tipo de materiales, junto con el aumento de uso de accesorios especializados ha cambiado poco a poco la historia de los encofrados. Actualmente el aumento de prefabricados, el ordenamiento y el aseo en las obras por recursos mecánicos han obligado a que se construyan encofrados de mayor durabilidad tanto por su manipulación como para utilidad en el mayor número de ocasiones, lo que ha obligado al uso de moldes metálicos (Neumann, 2017).

**Ventajas del encofrado metálico.** Se pueden armar, desarmar y transportar con gran rapidez. Son económicos, si el número de veces que se va a emplear es grande, pues el número de usos que brinda es bastante mayor a cualquier otro material. Gran capacidad de carga y se obtienen superficies lisas que es necesario en ciertos tipos de obra (Neumann, 2017).

**Desventajas del encofrado metálico.** El costo de inversión es elevado en relación a los demás materiales. Ante el trato brutal que recibe el material de construcción por parte de

la mano de obra, sufren torceduras, deformaciones o abollamientos costosos de reparar. La madera resiste mucho mejor los golpes. La mano de obra que se necesita para instalar encofrados metálicos está mal definida en cuanto a su especialidad, pues en parte tienen que ser carpinteros y en parte montadores de estructuras metálicas. Los encofrados metálicos de muro requieren una enorme variedad de piccerio pequeño, que acaba perdiéndose en la obra y cuya instalación consume mucha mano de obra. No protegen el fraguado del hormigón en tiempo frío. Necesitan protección para evitar la oxidación, lo cual representa un gasto adicional. Son pesados (Neumann, 2017).

**Encofrados plásticos.** Como consecuencia del incremento que está tomando la utilización de formas y diseños complicados de hormigón, ha sido necesario encontrar un material de encofrado con ciertas propiedades que salen de las corrientes en los encofrados tradicionales. Estas propiedades que poseen los plásticos reforzados con fibras de vidrio que están alcanzando un notable desarrollo en el encofrado de elementos de hormigón (Neumann, 2017).

**Ventajas del encofrado plástico.** Se los puede moldear en formas. Pueden colocarse en modo horizontal, vertical o inclinado, empezar a un nivel y acabar a otro. Permite colocar varios perfiles uno encima de otro (ayudado con el soporte múltiple). Permiten realizar el encofrado y el acabado de las superficies al mismo tiempo. Se puede realizar todo tipo de obras con gran facilidad, su estructura, dócil y resistente a la vez, le permite hacer diseños originales, podrá cortar los perfiles sin dificultad, unirlos, etc. Son livianos y fácilmente desmontables. Al contrario de los encofrados metálicos, estos no presentan problemas de corrosión (Neumann, 2017).



**Figura 2.** Encofrados plásticos.  
**Fuente:** Ficha técnica Tecno Pvc, 2016

**Características y especificaciones del encofrado plástico.** Sin humedad y no deformable. Imputrescible e inoxidable, especialmente conveniente para las circunstancias subterráneas y acuosas. Se puede lanzar de molde en cualquier molde-lanza fácilmente el agente, acelera horario de la construcción, acorta período de construcción. Alta eficacia de la construcción, buena calidad, peso ligero, convenientes montar y desmontar; reduce los costos laborales debido a la dirección simplificada. Larga duración, se podía reutilizar normalmente de 80-100 veces. Comportamiento excelente de la preservación del calor, favorable al acortar periodo de construcción. Peso ligero, módulo fuerte, de alto-doblez rígido. Tenacidad superficial, impacto abrasión-resistente. Se puede clavar perforar, planeado, molido, procesando, por ejemplo, el serruchado. Con estabilidad de la luz ultravioleta, fractura no frágil, fácil de limpiar y mantenimiento. Reduce tiempos, costos operativos y de transporte, riesgos de los operarios y costos en terminaciones. Contribuye a disminuir la tala de bosques (Neumann, 2017).

**Mantenimiento de encofrados.** En el área de la construcción los encofrados representan un alto coste. Es por esta razón que es importante el mantenimiento de los sistemas de encofrados. El mantenimiento ayuda a prevenir cualquier eventualidad que pueda surgir cuando se reutiliza el encofrado. Cuando se habla de encofrados tradicionales o de madera poco hay que hacer a nivel de mantenimiento, si bien es verdad que la madera se puede reutilizar también lo es que hay que limpiarla y verificar si esta puede reutilizarse. Almacenarlas en lugares donde estén lejos de la humedad ayuda a su conservación (De los Santos, 2018)

**Seguridad en el encofrado.** El encofrado representa una de las actividades de más riesgo en la construcción y es por esta razón que es de mucha importancia dar el valor necesario a esta fase constructiva, su diseño, la disposición, su orden, la capacitación del personal y la comunicación son algunos de los factores que influyen en la seguridad de los encofrados, sus fallos y malas prácticas. Es recomendable no hacer una práctica improvisada ya que puede ser muy peligroso para el personal (De los Santos, 2018).

**Fallas en el encofrado.** En la construcción las fallas en los encofrados representan un gran problema ya que estos generan pérdida de tiempo y dinero. Los fallos no siempre son originados por rupturas o colapsos en el sistema, pero es importante evitar esos tipos de fallos porque son drásticos tanto en pérdidas como en daños, también existen fallos por defectos inherentes a los materiales, por una mala práctica y diseño (De los Santos, 2018).

La importancia de la presente investigación es muy relevante, porque brinda información de las variaciones en costos, nivel de acabado y rendimiento diario de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en obras civiles, que generalmente se realiza en edificaciones, para encofrar los elementos estructurales como: vigas, columnas, losas, placas, muros de contención, tanques elevados, cisternas, escaleras, etc.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

Para desarrollo de la investigación a realizar titulada “Análisis de la evolución de los encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca - 2021”, la cual tiene como objetivo: Determinar las variaciones en costos, nivel de acabado y rendimiento diario de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en edificaciones en la ciudad de Cajamarca – 2021, planteándose la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo han evolucionado los encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca - 2021?, teniendo como hipótesis lo siguiente: Existen variaciones de costos, nivel de acabado y rendimiento diario entre los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en obras civiles.

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo, porque describe las características de los encofrados durante el paso de los años. Por ello, Corona (2016) menciona que la investigación cualitativa “explica descriptivamente la conducta de los sujetos involucrados en la investigación, partiendo de lo específico a lo general (inductivo), por lo tanto, es subjetiva e interpretativa, ya que toma en cuenta la naturaleza social e individual de los investigados, por ello, es el método de investigación social más relevante por excelencia” (p. 88).

Además, la investigación presenta un tipo de estudio, según el conocimiento perseguido, Básica, la cual según, Escudero & Cortez (2018) mencionan que la investigación básica “También se la conoce como investigación pura o teórica. Este tipo de investigación se caracteriza porque se enmarca únicamente en los fundamentos teóricos, sin tomar en cuenta los fines prácticos. Su propósito es formular nuevos conocimientos o modificar los principios teóricos ya existentes, incrementando los saberes científicos. La investigación básica está orientada a descubrir las leyes o principios básicos, así como en profundizar los

conceptos de una ciencia, considerándola como el punto de apoyo inicial para el estudio de los fenómenos o hechos” (p. 19).

Asimismo, según la planificación en las mediciones o recolección de datos, la presente tesis es Retrospectivo. Es por ello que, Calderón & Alzamora (2018) indican que “Es retrospectiva para los estudios explicativos cuando el fenómeno a estudiarse presenta un efecto en el presente y buscamos la causa en el pasado. En caso de estudios descriptivos también puede referirse a eventos que ocurrieron en el pasado y son motivos de estudio” (p. 74).

Igualmente, según el número de mediciones en un determinado tiempo la presente investigación es Longitudinal, la cual, Calderón & Alzamora (2018) lo definen como el “Estudio en que se mide en dos o más ocasiones la o las variables involucradas. Se entiende la comparación de los valores de la o las variables en diferentes ocasiones ya sea futuro y presente o presente y pasado. Se subdividen en retrospectivo y prospectivo” (p. 75).

Al mismo tiempo, según la intervención del investigador es la tesis presente es Observacional. Por lo que, Pavón & Gogeochea (2010) lo definen como el “Estudio en el cual el investigador sólo puede describir o medir el fenómeno estudiado; por tanto, no puede modificar a voluntad propia ninguno de los factores que intervienen en el proceso” (p. 11).

Finalmente, el diseño de la presente investigación es documental, la cual según Árias, (2012) “la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales:impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos” (p. 27).

**Población:** Investigaciones científicas, tesis y expedientes técnicos relacionados a encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca en los últimos 5 años (2016 -2021).

**Muestra:** Siete (07) expedientes técnicos, diez (10) investigaciones, tres (03) son artículos científicos y siete (07) son tesis realizadas y aprobadas en los últimos 5 años (2016 – 2021), los cuales se enfoca en encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos en la ciudad de Cajamarca.

La técnica de muestreo utilizada en la presente tesis es no probabilística y del tipo por conveniencia, a la que, Otzen & Manterola (2017) señalan que “Por conveniencia: Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (p. 230).

La técnica de recolección de datos para la presente investigación es la **Revisión Documental** de tal manera que, se detuvo la información necesaria para la determinación, identificación y su posterior análisis de cada tipo de encofrado.

El instrumento de recolección de datos que se utilizó es la **Ficha Resumen de Investigación**, en la cual se recolectó los datos de las investigaciones estudiadas, de manera que pueda estar detallada y organizada, facilitando la comprensión de los artículos científicos, tesis y expedientes técnicos.

Para ello, se necesitan **formatos**, donde se encontrarán datos relevantes de cada investigación. En el formato 1 (Anexo 1) se encuentran los datos generales de la investigación analizada, donde se evidencia el título de la tesis, año, ciudad, país, paginas, autores y asesor. Luego en el formato 2 (Anexo 2) se encuentran datos específicos como el objetivo general, el problema, la hipótesis y la metodología dentro de esta se encuentra el tipo de estudio, el diseño, el procedimiento y las técnicas e instrumentos de recolección de datos. En el formato 3 (Anexo 3) se evidencia los resultados de los estudios. En el formato

4 (Anexo 4), se encuentran las conclusiones de dichas investigaciones, en las que se muestra si los acabados son buenos o malos según el tipo de encofrado. En el formato 5 (Anexo 5) se muestra el análisis de precios unitarios de los expedientes técnicos, donde se resalta el costo y los rendimientos de la partida de encofrados; de esta manera es como se organizó la información recopilada, tanto de artículos científico, tesis y expedientes técnicos.

La técnica de análisis de datos utilizada en la presente tesis es la **Estadística descriptiva**, ya que permitió organizar, resumir y comprender la estructura de los datos recolectados. Una forma de realizar esto es mediante gráficos de sencilla elaboración e interpretación. E decir, se analizará la muestra en estudio y se representarán, los resultados mediante gráficos y tablas.

Como instrumento de análisis de datos se utilizó un **el Software Excel**, donde tiene como función organizar y procesar la información recopilada de cada uno de los artículos científico, tesis y expedientes técnicos mediante tablas y gráficos de manera detallada y comprensible.

El **Procedimiento de recolección de datos**, se estableció de la siguiente manera: **Información Bibliográfica**. Para la recolección de datos se escogió información de los últimos 5 años, consistió en la búsqueda de información en libros, tesis, artículos científicos y expedientes técnicos publicados en internet, en plataformas como Scielo, Dialnet Redalyc, repositorios de universidades y Google Académico. Y para los expedientes técnicos en Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SE@CE). Para esto se utilizaron palabras clave tales como: Encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos, lo que fue de gran utilidad para la realización de la presente tesis.

**Criterios de inclusión y exclusión de la información.** Luego de realizar la recolección de la información se procedió a seleccionar las investigaciones que cumplan con

los criterios de inclusión y exclusión para después proceder a realizar una lectura detallada y extraer la información necesaria.

**Lectura.** Una vez obtenidas y seleccionadas las investigaciones se realizó una lectura detallada para extraer la información más importante relacionada al estudio de la evolución de los encofrados tradicionales, encofrados metálicos y encofrados plásticos, para ello se diseñó fichas resumen de investigación donde se ordenará la información y los datos existentes que nos conlleva a un óptimo procesamiento. Se desarrolló 5 formatos para un adecuado entendimiento.

**Elaboración de la ficha Resumen de Investigación.** Con este formato se pretende organizar toda la información recolectada con el fin de tener un reporte apropiado de cada estudio o expediente técnico. Para ello, después de leer minuciosamente todas las investigaciones, se organizó de manera detallada en la ficha de investigación, identificando y registrando los cambios que se han dado en los tres tipos de encofrados mencionado en el título de esta investigación y su grado de severidad con el fin de tener resultados apropiados de cada artículo, tesis y expediente técnico.

El **Procedimiento para el análisis de datos**, se estableció de la siguiente manera:

**Diagnóstico.** Una vez realizada la etapa de recolección de datos, se procedió a determinar las variaciones en costos, nivel de acabado y rendimiento diario de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en obras civiles. Luego se agruparon las investigaciones internacionales, latinoamericanas, nacionales y locales. Para luego sacar resultados de cada investigación.

**Tabulación de la información.** Una vez obtenida la información se dio inicio al procesamiento de datos con el apoyo del programa Microsoft Excel con el fin de determinar los resultados, por medio de tablas y luego realizar gráficos correspondientes sobre las

variaciones en costos, nivel de acabado y rendimiento diario de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en obras civiles.

**Resultados.** Una vez tabulada toda la información ya se puede obtener los resultados con un análisis cualitativo y con ellos se inicia con el análisis de cada gráfica con el fin de interpretar cuales son las variaciones en costos, nivel de acabado y rendimiento diario de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos.

**Discusión.** Una vez procesados los resultados se realiza la discusión comparando resultados con los estudios previos, estableciendo las diferencias o las coincidencias de la investigación.

**Conclusiones.** Luego de obtener todos, los resultados y realizar la discusión, se procede a realizar las conclusiones teniendo en cuenta los objetivos.

**Aspectos éticos.** Para la elaboración de esta investigación se han respetado los derechos de los autores, redactando las referencias de cada uno según la Norma APA.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

A continuación, en el siguiente capítulo se presentan los resultados que se obtuvieron de la recolección de datos de las investigaciones analizadas, los cuales serán presentados mediante, tablas, gráficos de barras y gráficos de pastel, donde se representarán las variaciones en costos, nivel de acabado y rendimiento diario de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en obras civiles.

#### Variaciones en rendimiento de los encofrados tradicionales o de madera

A continuación, se establece los resultados de rendimientos de encofrados tradicionales o de madera encontrados en tres (03) expedientes técnicos, enfocándose principalmente en encofrados de sobrecimiento, columnas, vigas y losas:

**Tabla 1**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera Para Sobrecimientos

Partida	02.04.01.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTOS					
Rendimiento	m2/DIA	MO.	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	54.17	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.6667	19.30	12.87
101010005	PEON			hh	2.0000	1.3333	14.40	19.20
								<b>32.07</b>
<b>Materiales</b>								
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.7822	3.22	2.52
2041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"			Kg		0.2000	2.40	0.48
2221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS			gal		0.0200	160.00	3.20
231010001	MADERA TORNILLO			p2		2.3300	5.00	11.65
2310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4'x 8'x 19mm			pln		0.0350	94.00	3.29
								<b>21.14</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	32.07	0.96
								<b>0.96</b>

**Nota:** En la tabla 1, se establece un rendimiento de 12 m2/día para el encofrado y desencofrado normal para sobrecimientos de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 54.17 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN DE CONTENEDORES VACÍOS – LURÍN, del subpresupuesto: COSTO DIRECTO - ALT N° 01y con fecha del presupuesto: 07/03/2016.

**Tabla 2**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera en Columnas

Partida 02.04.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS								
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO.	8.5000	EQ.	8.5000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	83.69	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.9412	19.30	18.17
101010005	PEON			hh	2.0000	1.8824	14.40	27.11
								<b>45.28</b>
<b>Materiales</b>								
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.3050	3.22	0.98
2041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1500	2.90	0.44
2041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.1000	2.40	0.24
2221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS			gal		0.0200	160.00	3.20
231010001	MADERA TORNILLO			p2		5.1600	5.00	25.80
2310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4'x 8'x 19mm			pln		0.0580	94.00	5.45
								<b>36.11</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	45.28	1.36
301340001	ANDAMIO METALICO			día	1.0000	0.1176	8.00	0.94
								<b>2.30</b>

**Nota:** En la tabla 2, se establece un rendimiento de 8.50 m<sup>2</sup>/día para el encofrado y desencofrado normal en columnas de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 83.69 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN DE CONTENEDORES VACÍOS – LURÍN, del subpresupuesto: COSTO DIRECTO - ALT N° 01y con fecha del presupuesto: 07/03/2016.

**Tabla 3**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera en Vigas

Partida 02.04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS								
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO.	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	53.11	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.6667	19.30	12.87
101010005	PEON			hh	2.0000	1.3333	14.40	19.20
								<b>32.07</b>
<b>Materiales</b>								
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.2468	3.22	0.79
2041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"			Kg		0.2000	2.40	0.48
2221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS			gal		0.0200	160.00	3.20
231010001	MADERA TORNILLO			p2		2.3300	5.00	11.65
2310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4'x 8'x 19mm			pln		0.0350	94.00	3.29
								<b>19.41</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	32.07	0.96
301340001	ANDAMIO METALICO			día	1.0000	0.0833	8.00	0.67
								<b>1.63</b>

**Nota:** En la tabla 3, se establece un rendimiento de 12 m<sup>2</sup>/día para el encofrado y desencofrado normal en vigas de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 53.11 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN DE CONTENEDORES VACÍOS – LURÍN, del subpresupuesto: COSTO DIRECTO - ALT N° 01y con fecha del presupuesto: 07/03/2016.

**Tabla 4**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado de Madera en Losa Aligerada

Partida 03.05.02.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	16.0000	EQ.	16.0000	Costo unitario directo por : m2	59.70	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	3.0000	1.5000	19.30	28.95
101010005	PEON			hh	2.0000	1.0000	14.40	14.40
								<b>43.35</b>
<b>Materiales</b>								
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.2468	3.22	0.79
2041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.2000	2.90	0.58
2041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.2000	2.40	0.48
2221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS			gal		0.0200	160.00	3.20
231010001	MADERA TORNILLO			p2		0.6950	5.00	3.48
2310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4'x 8'x 19mm			pln		0.0694	94.00	6.52
								<b>15.05</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	43.35	1.30
								<b>1.30</b>

**Nota:** En la tabla 4, se establece un rendimiento de 16 m2/día para el encofrado y desencofrado normal en losa aligerada de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 59.70 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN DE CONTENEDORES VACÍOS – LURÍN, del subpresupuesto: COSTO DIRECTO - ALT N° 01y con fecha del presupuesto: 07/03/2016.

**Tabla 5**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Sobrecimientos

Partida 02.01.09 ENCOFRADO ZAPATAS, CIMIENTO Y SOBRECIMENTOS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2	49.36	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0800	27.49	2.20
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	22.91	18.33
101010005	PEON			hh	1.0000	0.8000	16.37	13.10
								<b>33.63</b>
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0500	9.75	0.49
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2933	2.53	0.74
204030001	ACERO CORRUGADO fy=4200kg/cm2 GRADO 60			Kg		0.2900	2.60	0.75
2041200010005	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1000	3.54	0.35
2041200010007	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.1000	3.54	0.35
231010001	MADERA TORNILLO			p2		1.9600	5.80	11.37
								<b>14.05</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	33.63	1.68
								<b>1.68</b>

**Nota:** En la tabla 5, se establece un rendimiento de 10 m2/día para el encofrado en sobrecimientos de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 49.36 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: PARQUE BICENTENARIO, del subpresupuesto: EDIFICACIONES y con fecha del presupuesto: 30/06/2020.

**Tabla 6**

## Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Columnas

Partida 02.01.10 ENCOFRADO CARA NO VISTA COLUMNAS, PLACAS Y MUROS								
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO.	42.0000	EQ.	42.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	62.74	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0190	27.49	0.52
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.1905	22.91	4.36
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.1905	18.12	3.45
101010005	PEON			hh	1.0000	0.1905	16.37	3.12
								<b>11.45</b>
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0500	9.75	0.49
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.1800	2.53	0.46
2041200010005	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1200	3.54	0.42
2041200010007	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.1000	3.54	0.35
231010001	MADERA TORNILLO			p2		2.5000	5.80	14.50
231220001	PANEL PARA ENCOFRADOS DE 4"X8" CON TRIPLAY DE 19mm			Und		0.0383	81.27	3.11
								<b>19.33</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	11.45	0.34
3010300010003	ABRAZADERA DE COLUMNAS			día	24.0000	0.5714	10.00	5.71
301030004	PUNTALES			día	12.0000	0.2857	36.00	10.29
301030009	PERNOS DE ENCOFRADO			día	24.0000	0.5714	26.00	14.86
301340001	ANDAMIO METÁLICO			día	2.0000	0.0476	16.00	0.76
								<b>31.96</b>

**Nota:** En la tabla 6, se establece un rendimiento de 42 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en columnas de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 62.74 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: PARQUE BICENTENARIO, del subpresupuesto: EDIFICACIONES y con fecha del presupuesto: 30/06/2020.

**Tabla 7**

## Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Vigas

Partida 02.01.12 ENCOFRADO DE VIGA CARA VISTA								
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	72.09	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0533	27.49	1.47
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.5333	22.91	12.22
101010005	PEON			hh	1.0000	0.5333	16.37	8.73
								<b>22.42</b>
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0600	9.75	0.59
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2500	2.53	0.63
2041200010005	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1200	3.54	0.42
2041200010007	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.1300	3.54	0.46
2041400010003	SIKA FORM (DESMOLDANTE)			Kg		0.4000	11.24	4.50
231010001	MADERA TORNILLO			p2		2.3550	5.80	13.66
231220002	PANEL FENÓLICO PARA ENCOFRADOS DE 4"X8" CON TRIPLAY DE 19mm			Und		0.0480	89.40	4.29
								<b>24.55</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	22.42	1.12
301030004	PUNTALES			día	10.0000	0.6667	36.00	24.00
								<b>25.12</b>

**Nota:** En la tabla 7, se establece un rendimiento de 15 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en vigas de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 72.09 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: PARQUE BICENTENARIO, del subpresupuesto: EDIFICACIONES y con fecha del presupuesto: 30/06/2020.

**Tabla 8**

## Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Losa

Partida 02.01.11 ENCOFRADO LOSA MACIZA								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	26.0000	EQ.	26.0000	Costo unitario directo por : m2	55.37	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0308	27.49	0.85
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.3077	22.91	7.05
101010005	PEON			hh	2.0000	0.6154	16.37	10.07
<b>17.97</b>								
<b>Materiales</b>								
201040001	PETROLEO D-2			gal		0.0270	9.75	0.26
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.0400	2.53	0.10
2041200010005	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 3"			Kg		0.1000	3.54	0.35
2041200010007	CLAVOS PARA AMDERA CON CABEZA DE 4"			Kg		0.0500	3.54	0.18
231010001	MADERA TORNILLO			p2		0.0400	5.80	0.23
<b>1.12</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	17.97	0.90
3010300030004	VIGÜETA EXTENSIBLE (4.00 m)			día	10.0000	0.3846	20.00	7.69
301030004	PUNTALES			día	20.0000	0.7692	36.00	27.69
<b>36.28</b>								

**Nota:** En la tabla 8, se establece un rendimiento de 26 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en losa de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 55.37 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: PARQUE BICENTENARIO, del subpresupuesto: EDIFICACIONES y con fecha del presupuesto: 30/06/2020.

**Tabla 9**

## Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Sobrecimiento

Partida 01.09.03.02 SOBRECIMIENTO REF. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	16.0000	EQ.	16.0000	Costo unitario directo por : m2	40.28	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.5000	18.28	9.14
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.5000	15.31	7.66
<b>16.80</b>								
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2600	5.09	1.32
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.1600	5.51	0.88
231010001	MADERA TORNILLO			p2		3.3500	6.10	20.44
<b>22.64</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	16.80	0.84
<b>0.84</b>								

**Nota:** En la tabla 9, se establece un rendimiento de 16 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en sobrecimiento de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 30.28 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI, del subpresupuesto: MEJORAMIENTO DE SERVICIO EDUCATIVO EN LA INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI NIVEL PRIMARIO y con fecha del presupuesto: 17/04/2016.

**Tabla 10**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Columnas

Partida 01.09.04.04 COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
Rendimiento	m2/DIA	MO	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : m2	62.40	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	18.28	14.62
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.8000	15.31	12.25
101010005	PEON			hh	0.5000	0.4000	13.77	5.51
<b>32.38</b>								
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.3000	5.09	1.53
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.1700	5.51	0.94
231010001	MADERA TORNILLO			p2		4.2500	6.10	25.93
<b>28.40</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	32.38	1.62
<b>1.62</b>								

**Nota:** En la tabla 10, se establece un rendimiento de 10 m2/día para el encofrado en columnas de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 62.40 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI, del subpresupuesto: MEJORAMIENTO DE SERVICIO EDUCATIVO EN LA INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI NIVEL PRIMARIO y con fecha del presupuesto: 17/04/2016.

**Tabla 11**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Vigas

Partida 01.09.06.04 VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
Rendimiento	m2/DIA	MO	9.0000	EQ.	9.0000	Costo unitario directo por : m2	73.12	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8889	18.28	16.25
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.8889	15.31	13.61
101010005	PEON			hh	0.5000	0.4444	13.77	6.12
<b>35.98</b>								
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.2000	5.09	1.02
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.2400	5.51	1.32
231010001	MADERA TORNILLO			p2		5.4100	6.10	33.00
<b>35.34</b>								
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	35.98	1.80
<b>1.80</b>								

**Nota:** En la tabla 11, se establece un rendimiento de 9 m2/día para el encofrado en vigas de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 73.12 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI, del subpresupuesto: MEJORAMIENTO DE SERVICIO EDUCATIVO EN LA INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI NIVEL PRIMARIO y con fecha del presupuesto: 17/04/2016.

**Tabla 12**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado de Madera en Sobrecimiento

Partida 01.09.06.04 LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO								
Rendimiento	m2/DIA	MO	15.0000	EQ.	15.0000	Costo unitario directo por : m2	82.80	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>								
101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.5333	18.28	9.75
101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.5333	15.31	8.16
101010005	PEON			hh	0.5000	0.2667	13.77	3.67
								<b>21.58</b>
<b>Materiales</b>								
2040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N°8			Kg		0.1000	5.09	0.51
2041200010010	CLAVOS P/MADERA C/C DE 2", 2 1/2", 3", 4"			Kg		0.1100	5.51	0.61
231010001	MADERA TORNILLO			p2		3.5600	6.10	21.72
231040002	ROLLIZOS DE EUCALIPTO 3mXD=4"			Und		2.0000	18.65	37.30
								<b>60.14</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	21.58	1.08
								<b>1.08</b>

**Nota:** En la tabla 12, se establece un rendimiento de 15 m2/día para el encofrado en losa aligerada de encofrado tradicional o de madera, con lo que se establece un costo unitario de 82.80 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI, del subpresupuesto: MEJORAMIENTO DE SERVICIO EDUCATIVO EN LA INSTITUCIÓN EDUACTIVA N° 40382 VIRGEN DE CHAPI NIVEL PRIMARIO y con fecha del presupuesto: 17/04/2016.

De los tres primeros expedientes técnicos se realiza la comparación de la variación de rendimiento del encofrado tradicional o de madera, básicamente de encofrado en sobrecimiento, columnas, vigas y losas en los años 2016 y 2020.

**Tabla 13**

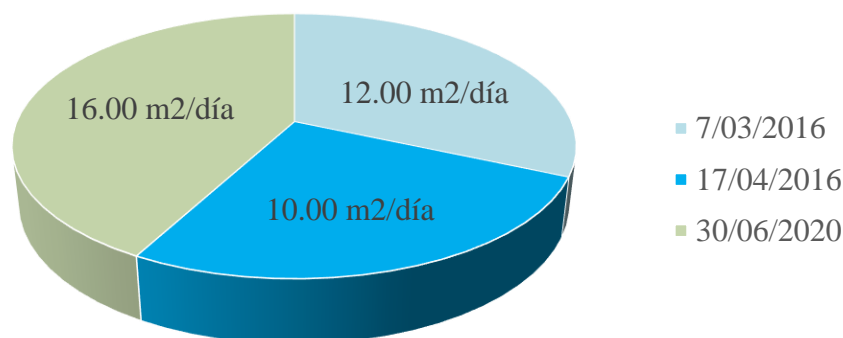
Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Sobrecimiento en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
	07/03/2016	12.00 m2/día
<b>SOBRECIMIENTO</b>	17/04/2016	10.00 m2/día
	30/06/2020	16.00 m2/día

**Nota:** En la tabla 13, el encofrado tradicional o de madera en sobrecimiento, en el 2016 varía en 2 m2/día con respecto a marzo y abril, pero para el 2020 tiene una variación de 4 m2/día con referencia a abril del 2016. Esta variación de rendimiento, se debe principalmente a las diferencias entre cuadrillas.

**Figura 3**

Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento en los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 3, se muestra que se ha ido incrementado el rendimiento de sobrecimiento con el paso de los años. Con respecto al año 2016 se ha incrementado 4 m<sup>2</sup>/día para el año 2020. Es muy conveniente para tener un avance mayor.

**Tabla 14**

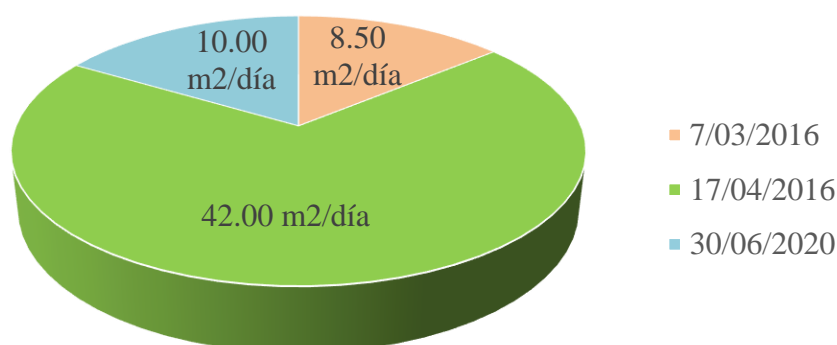
Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Columnas en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
COLUMNAS	07/03/2016	8.50 m <sup>2</sup> /día
	17/04/2016	42.00 m <sup>2</sup> /día
	30/06/2020	10.00 m <sup>2</sup> /día

**Nota:** En la tabla 14, el encofrado tradicional o de madera en columnas, en abril del 2016 tuvo un rendimiento de 42 m<sup>2</sup>/día, fue un año que el rendimiento fue más que en el 2020 que bajó a 10 m<sup>2</sup>/día. Pero, desde marzo a 2020 se ha incrementado en 1.50 m<sup>2</sup>/día.

**Figura 4**

Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Columnas en los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 4, se muestra que se ha ido incrementado el rendimiento en el encofrado de columnas con el paso de los años. Con respecto al año 2016 se ha incrementado 1.50 m<sup>2</sup>/día para el año 2020. Es muy conveniente para tener un avance mayor en la obra.

**Tabla 15**

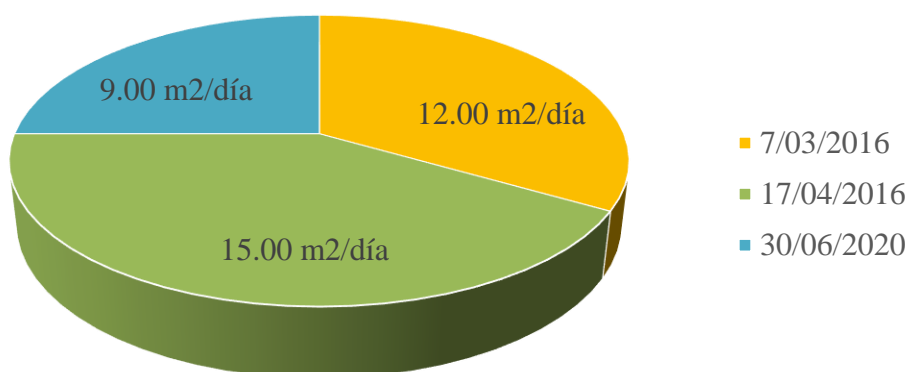
Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Vigas en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
<b>VIGAS</b>	07/03/2016	12.00 m <sup>2</sup> /día
	17/04/2016	15.00 m <sup>2</sup> /día
	30/06/2020	9.00 m <sup>2</sup> /día

**Nota:** En la tabla 15, el encofrado tradicional o de madera en vigas, en el año 2020 a disminuido su rendimiento con respecto al 2016. En abril del 2016 tuvo un rendimiento de 15 m<sup>2</sup>/día, mientras que en el 2020 tuvo un rendimiento de 9 m<sup>2</sup>/día. La cual tuvo una reducción en el rendimiento de encofrado de vigas de 6 m<sup>2</sup>/día.

**Figura 5**

Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Vigas en los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 5, se muestra que se ha ido reduciendo el rendimiento en el encofrado de vigas con el paso de los años. Con respecto al año 2016 se ha reducido 6 m<sup>2</sup>/día para el año 2020. Esto no es conveniente para tener un avance adecuado en la obra.

**Tabla 16**

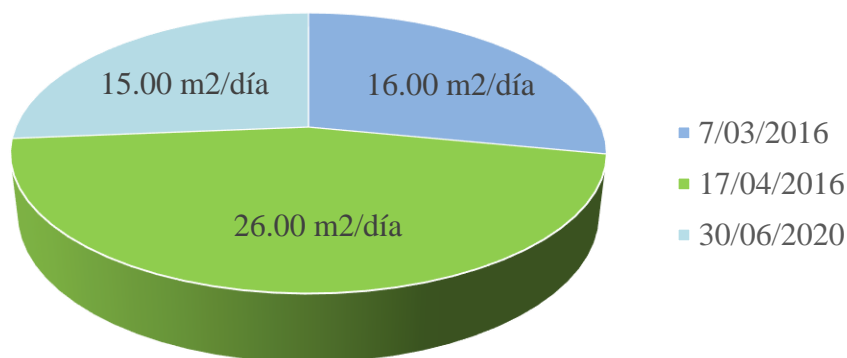
Rendimiento de Encofrado de Tradicional o de Madera en Losas en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
<b>LOSAS</b>	07/03/2016	16.00 m <sup>2</sup> /día
	17/04/2016	26.00 m <sup>2</sup> /día
	30/06/2020	15.00 m <sup>2</sup> /día

**Nota:** En la tabla 16, el encofrado tradicional o de madera en losas, en marzo del 2016 tuvo un rendimiento de 16 m<sup>2</sup>/día, en abril del mismo año tuvo un rendimiento de 26 m<sup>2</sup>/día, en el cual se había incrementado, pero para el 2020 disminuyó en grana cantidad, por lo que conllevó a tener un rendimiento de 15 m<sup>2</sup>/día.

**Figura 6**

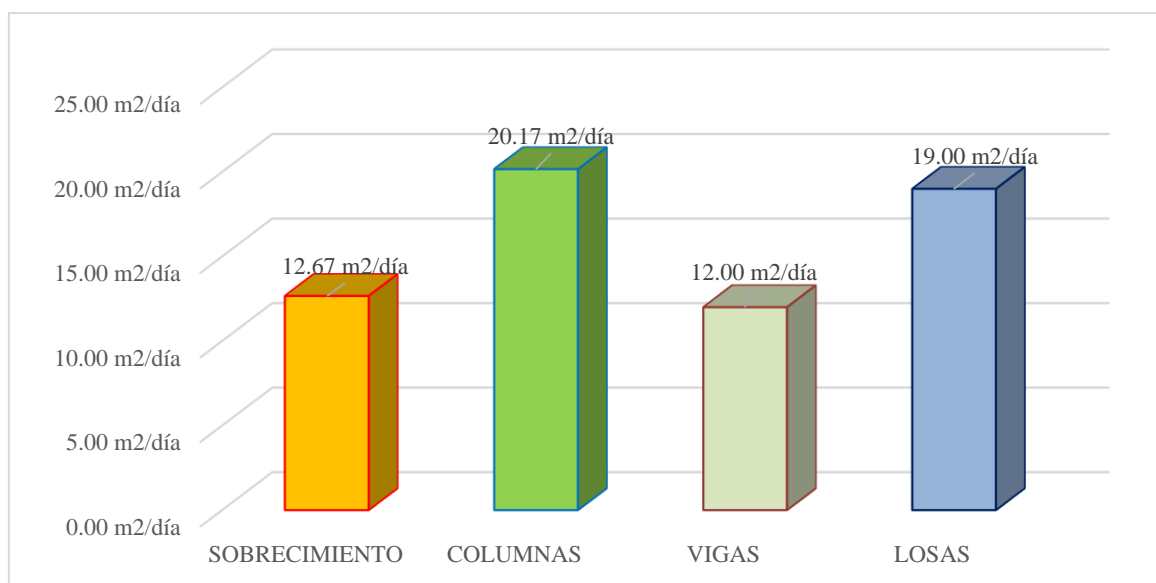
Rendimiento de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento en los 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 6, se muestra que se ha ido reduciendo el rendimiento de encofrado en losas con el paso de los años. Con respecto al año 2016 se ha reducido 11 m<sup>2</sup>/día para el año 2020. Esto no es conveniente para tener un avance adecuado en la obra.

**Figura 7**

Rendimiento Promedio de Encofrado Tradicional o de Madera Entre los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 7, se muestra el promedio del rendimiento de encofrado tradicional o de madera en los elementos estructurales de una edificación, en la que el encofrado de sobrecimiento tiene un promedio de 12.67 m<sup>2</sup>/día, en columnas tiene un promedio de 20.17 m<sup>2</sup>/día, en vigas posee un promedio de 12 m<sup>2</sup>/día y finalmente en losas aligeradas un rendimiento promedio de 19m<sup>2</sup>/día.

### Variaciones en costos unitarios de los encofrados tradicionales o de madera

A continuación, se establece los resultados de costos unitarios de encofrados tradicionales o de madera encontrados en tres (03) expedientes técnicos, enfocándose principalmente en encofrados de sobrecimiento, columnas, vigas y losas:

**Tabla 17**

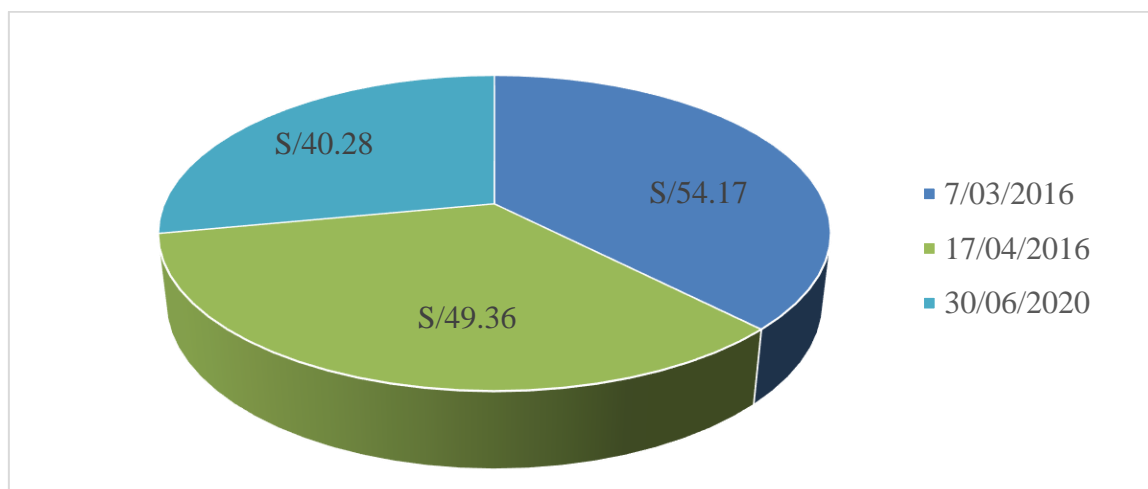
Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Sobrecimientos en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
SOBRECIMIENTO	07/03/2016	S/54.17
	17/04/2016	S/49.36
	30/06/2020	S/40.28

**Nota:** En la tabla 17, se establece el costo unitario del encofrado tradicional del sobrecimiento, en el cual en el año 2020 fue 40.28 soles. En el mes de marzo del año 2016 fue de 54.17 soles y en abril del 2016 fue 49.36 soles. Como se puede observar, el costo bajó en el transcurso de los años.

**Figura 8**

Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento Entre los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 8, se muestra que los precios del encofrado tradicional varían de abril del 2016 a junio del 2020 en 9.08 soles. Esta variación en el precio es favorable al constructor ya que el precio ha ido bajando en el transcurso de esos años.

**Tabla 18**

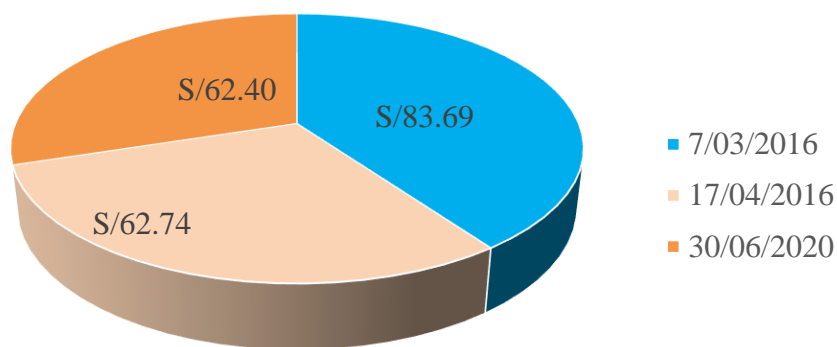
Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Columnas en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
COLUMNAS	07/03/2016	S/83.69
	17/04/2016	S/62.74
	30/06/2020	S/62.40

**Nota:** En la tabla 18, se establece el costo unitario del encofrado tradicional de columnas, en el cual en el año 2020 fue 62.40 soles. En el mes de marzo del año 2016 fue de 83.69 soles y en abril del 2016 fue 62.74 soles. Como se puede observar, el costo bajó en el lapso de los años.

**Figura 9**

Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento Entre los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 9, se muestra que los precios del encofrado tradicional varían de abril del 2016 a junio del 2020 en 0.34 soles. Esta variación en el precio es favorable al constructor ya que el precio ha ido bajando hasta el año 2020.

**Tabla 19**

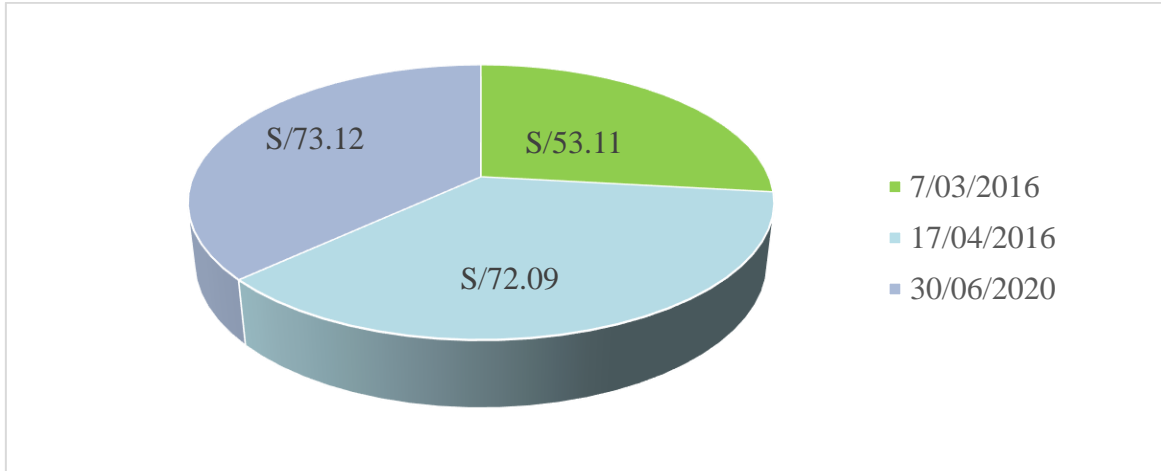
Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Vigas en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
VIGAS	07/03/2016	S/53.11
	17/04/2016	S/72.09
	30/06/2020	S/73.12

**Nota:** En la tabla 19, se establece el costo unitario del encofrado tradicional en vigas, en el cual en el año 2020 fue 73.12 soles. En el mes de marzo del año 2016 fue de 53.11 soles y en abril del 2016 fue 72.09 soles. Como se puede observar, el costo se incrementó en el lapso de los últimos años.

**Figura 10**

Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Sobrecimiento Entre los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 10, se muestra que los precios del encofrado tradicional varían de abril del 2016 a junio del 2020 en 1.03 soles. Esta variación en el precio no es favorable al constructor ya que el precio ha ido subiendo con el paso de los años.

**Tabla 20**

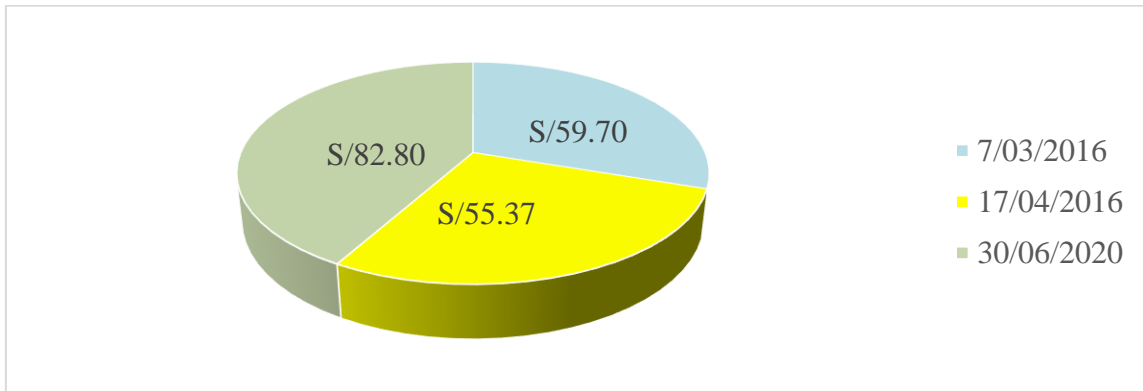
Costo Unitario de Encofrado de Tradicional o de Madera en Losas en los Años 2016 y 2020.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
<b>LOSAS</b>	07/03/2016	S/59.70
	17/04/2016	S/55.37
	30/06/2020	S/82.80

**Nota:** En la tabla 18, se establece el costo unitario del encofrado tradicional en losas, en el cual en el año 2020 fue 82.80 soles. En el mes de marzo del año 2016 fue de 59.70 soles y en abril del 2016 fue 62.74 soles. Como se puede observar, el costo se incrementó en el lapso de los años.

**Figura 11**

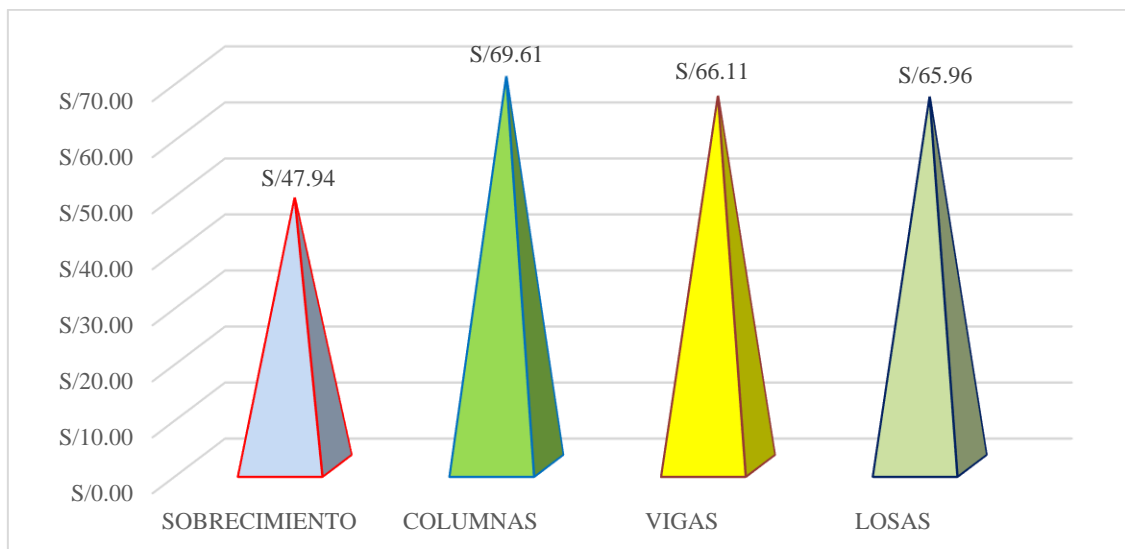
Costo Unitario de Encofrado Tradicional o de Madera en Losas Entre los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 11, se muestra que los precios del encofrado tradicional en losas varían de abril del 2016 a junio del 2020 en 27.43 soles. Esta variación en el precio no es favorable al constructor ya que el precio ha ido subiendo hasta el año 2020.

**Figura 12**

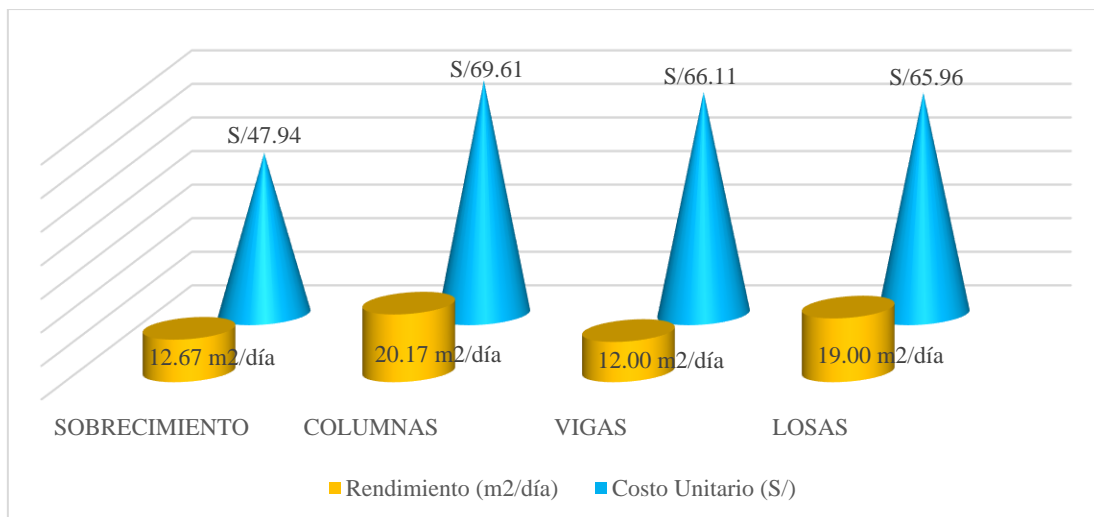
Costo Unitario Promedio de Encofrado Tradicional o de Madera Entre los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 12, se muestra el promedio del costo unitario de encofrado tradicional o de madera en los elementos estructurales de una edificación, en la que el encofrado para sobrecimiento tiene un costo unitario promedio de S/ 47.94, en columnas tiene un promedio de S/ 69.61, en vigas posee un costo unitario promedio de S/ 66.11 y finalmente en losas aligeradas un costo unitario promedio de S/ 65.96.

**Figura 13**

Rendimiento promedio y Costo Unitario Promedio de Encofrado Tradicional o de Madera Entre los Años 2016 y 2020



**Nota:** En la figura 13, se muestra la variación del promedio de costo unitario y promedio de rendimiento de acuerdo a los encofrados de los elementos estructurales. Por ello, para el encofrado tradicional de sobrecimiento tienen un rendimiento promedio de 12.67 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 47.94 soles, para el encofrado tradicional de columnas tiene un rendimiento promedio de 20.17 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 69.61 soles, para el encofrado tradicional de vigas tienen un rendimiento promedio de 12.00 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 66.11 soles, finalmente para el encofrado tradicional de losas tienen un rendimiento promedio de 19 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 65.96 soles

### Variaciones en rendimiento de los encofrados metálicos

A continuación, se establece los resultados de rendimientos de encofrados metálicos, enfocándose principalmente en encofrados de sobrecimiento, columnas, vigas y losas. Asimismo, se establece los requerimientos y la evaluación funcional del encofrado metálico:

**Tabla 21**

Rendimiento de Moldaje Metálico

Empresa	Rendimiento (m <sup>2</sup> /Día)	
	Por Obra	Por alquiler
ULMA	10 – 15	15 – 30

**Nota:** En la tabla 21, se observa que el rendimiento del encofrado metálico varía si es por obra o por alquiler. Teniendo un valor de 10 – 15 m<sup>2</sup>/día si es por obra y 15 - 30 m<sup>2</sup>/día si es por alquiler. Estos datos se tomaron en cuenta de la empresa ULMA. El rendimiento establecido en la tabla 21 fue tomado de ULMA Perú.

**Tabla 22**

Mano de Obra de Sistema de Encofrado Metálico

Sistema de Encofrado Metálico				
Mano de Obra	Capacitación			Justificación
	Alta	Media	Baja	
Mano de obra calificada		X		Oficial, Operario y Peón.
Necesidad de entretenimiento		X		Ensamblaje y reparación
N° de personas necesarias		X		4

**Nota:** En la tabla 22, se muestra la mano de obra del sistema de encofrado. Los datos establecidos en la tabla 22 fue tomado de la Revista “Construcción”.

**Tabla 23**

Requerimiento del Sistema de Encofrado Metálico

Recursos necesarios	Sistema de Encofrado Metálico
Mano de obra	Capataz – Operario – Oficial – Peón
Materiales	Encofrado metálico
	Tubo consumible
	Desmoldante Z cron
	Alambre negro #8
Equipos y Otros	% herramientas
	Grúa Torre

**Nota:** En la tabla 23, se muestra los requerimientos necesarios para hacer uso del encofrado metálico, en el cual intervenga: Mano de obra, Materiales y Equipos u otros. Los datos establecidos en la tabla 22 fue tomado de la Revista “Construcción”.

**Tabla 24**

Evaluación Funcional de Encofrado Metálico

<b>Sistema de Encofrado Metálico</b>					
	Factores	Comportamiento del Sistema			Justificación
		Alta	Media	Baja	
<b>Integridad</b>	Cantidad de usos	X			Reutilizable varias veces  Buen comportamiento ante las acciones climáticas siempre y cuando se le proteja con un anticorrosivo.
	Acciones climáticas	Agua	X		
		Sol	X		
		Viento	X		
<b>Seguridad</b>	Resistencia	X			Resisten muy bien tanto a las cargas como las acciones externas que les puede afectar.
	Acciones indirectas	Contaminación	X		
		Fuego	X		
<b>Flexibilidad</b>	Ajustarse a dimensiones	X			Da fácil adaptación a cualquier proyecto estructural teniendo en cuenta las dimensiones para su modulación.
	Constructivas		X		

**Nota:** En la tabla 23, se muestra la evaluación funcional del encofrado metálico, los cuales son: Integridad, Seguridad y Flexibilidad. Los datos establecidos en la presente tabla fueron tomados de la Revista “Construcción”.

**Tabla 25**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico Para Sobrecimientos

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTOS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	14.0000	EQ.	14.0000	Costo unitario directo por : m2	41.03	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0571	28.14	1.61
147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.5714	23.80	13.60
147010003	PEON			hh	1.0000	0.5714	18.84	10.77
								<b>25.98</b>
<b>Materiales</b>								
202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.1000	3.82	0.38
202950003	SEPARADORES E CONCRETO (4cm)			Kg		3.0000	0.45	1.35
230220023	DESMOLDANTE DE ENCOFRADO			gal		0.0125	24.00	0.30
243040019	MADERA CACHIMBO			p2		0.1000	2.80	0.28
								<b>2.31</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	25.98	0.78
348990074	ENCOFRADO METÁLICO P/VERTICALES			m2		1.0000	5.80	5.80
								<b>6.58</b>
<b>SUBPARTIDAS</b>								
900401049603	DESENCOFRADO DE PLACAS			m2		1.0000	6.16	6.16
								<b>6.16</b>

**Nota:** En la tabla 25, se establece un rendimiento de 14 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en sobrecimiento de encofrado metálico, con lo que se establece un costo unitario de 41.03 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: BASE - 2020, del subpresupuesto: ESTRUCTURA y con fecha del presupuesto: 01/01/2020.

**Tabla 26**
**Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico Para Placas**

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA DE PLACAS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	51.26	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
147010001	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0667	28.14	1.88
147010002	OPERARIO			hh	1.0000	0.6667	23.80	15.87
147010003	PEON			hh	1.0000	0.6667	18.84	12.56
								<b>30.31</b>
<b>Materiales</b>								
202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			Kg		0.1500	3.82	0.57
202950003	SEPARADORES E CONCRETO (4cm)			Kg		3.5000	0.45	1.58
230220023	DESMOLDANTE DE ENCOFRADO			gal		0.0175	24.00	0.42
243040019	MADERA CACHIMBO			p2		0.0750	2.80	0.21
244040001	PANEL FENÓLICO 1.22mx2.44mx18mm			pl		0.0500	106.00	5.30
								<b>8.08</b>
<b>Equipos</b>								
301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	30.31	0.91
348990074	ENCOFRADO METÁLICO P/VERTICALES			m2		1.0000	5.80	5.80
								<b>6.71</b>
<b>SUBPARTIDAS</b>								
900401049603	DESENCOFRADO DE PLACAS			m2		1.0000	6.16	6.16
								<b>6.16</b>

**Nota:** En la tabla 26, se establece un rendimiento de 12 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en placas de encofrado metálico, con lo que se establece un costo unitario de 51.26 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado del presupuesto: BASE - 2020, del subpresupuesto: ESTRUCTURA y con fecha del presupuesto: 01/01/2020.

**Tabla 27**
**Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico Para Sobrecimientos**

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m2	22.93	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
mo044	Operario encofrador			hh	0.9750	0.4333	22.72	9.84
mo091	Oficial encofrador			hh	1.1135	0.4949	15.74	7.79
								<b>17.63</b>
<b>Materiales</b>								
mt08eme040	Paneles metálicos de varias dimensiones, para encofrar elementos de concreto.			m <sup>2</sup>		0.010	150.00	1.50
mt50spa052b	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.			m		0.020	15.19	0.30
mt50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.			Ud		0.013	46.28	0.60
mt08eme051a	Fleje de acero galvanizado, para encofrado metálico.			m		0.100	0.83	0.08
mt08var050	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.			kg		0.050	3.17	0.16
mt08var060	Puntas de acero de 20x100 mm.			kg		0.100	20.20	2.02
mt08dba010d	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.			l		0.030	6.33	0.19
								<b>4.85</b>
<b>Equipos</b>								
	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		2.0000	22.48	0.45
								<b>0.45</b>

**Nota:** En la tabla 27, se establece un rendimiento de 18 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en sobrecimiento de encofrado metálico, con lo que se establece un costo unitario de 22.93 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado de Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción, con autorización de CYPE Ingenieros, S.A., 2020.

**Tabla 28**

## Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico en Columnas

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE COLUMNAS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	18.0000		EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m2	21.89
Código	Descripción Recurso				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/
Mano de Obra								
mo044	Operario encofrador				hh	0.9750	0.4333	22.72
mo091	Oficial encofrador				hh	1.1135	0.4949	15.74
								17.63
Materiales								
mt08eup010b	Plancha metálica de 50x50 cm, para encofrado de columnas de concreto armado de sección rectangular o cuadrada, de hasta 3 m de altura, incluso accesorios de montaje.				m <sup>2</sup>		0.024	138.47
mt50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.				Ud		0.007	46.28
mt08dba010d	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.				l		0.030	6.33
								3.83
Equipos								
	HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		2.0000	21.46
								0.43

**Nota:** En la tabla 28, se establece un rendimiento de 18 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en columnas de encofrado metálico, con lo que se establece un costo unitario de 21.89 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado de Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción, con autorización de CYPE Ingenieros, S.A., 2020.

**Tabla 29**

## Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico en Vigas

Partida ENCOFRADO Y DESENCOFADO DE VIGAS								
Rendimiento	m2/DIA	MO.	12.9240		EQ.	12.9240	Costo unitario directo por : m2	35.36
Código	Descripción Recurso				Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/
Mano de Obra								
mo044	Operario encofrador				hh	1.0000	0.6190	22.56
mo091	Oficial encofrador				hh	1.0000	0.6190	15.62
								23.63
Materiales								
mt08eft030a	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.				m <sup>2</sup>		0.046	108.17
mt08eva030	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.				m <sup>2</sup>		0.008	245.19
mt50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.				Ud		0.027	38.56
mt08cim030b	Madera de pino.				m <sup>3</sup>		0.003	687.00
mt08var060	Puntas de acero de 20x100 mm.				kg		0.040	20.20
mt08dba010d	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.				l		0.030	6.33
								11.04
Equipos								
	HERRAMIENTAS MANUALES				%MO		2.0000	34.67
								0.69

**Nota:** En la tabla 29, se establece un rendimiento de 12.9240 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en vigas de encofrado metálico, con lo que se establece un costo unitario de 35.36 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado de Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción, con autorización de CYPE Ingenieros, S.A., 2020.

**Tabla 30**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado y Desencofrado Metálico en Losa Aligerada

Partida ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA								
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO.	11.5440	EQ.	11.5440	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	35.47	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra								
mo044	Operario encofrador			hh	1.0000	0.6930	22.56	15.63
mo091	Oficial encofrador			hh	0.9813	0.6800	15.62	10.62
								<b>26.25</b>
Materiales								
mt08eft030a	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.			m <sup>2</sup>		0.044	108.17	4.76
mt08eva030	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.			m <sup>2</sup>		0.007	245.19	1.72
mt50spa081a	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.			Ud		0.027	38.56	1.04
mt08var060	Puntas de acero de 20x100 mm.			kg		0.040	20.20	0.81
mt08dba010d	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.			l		0.030	6.33	0.19
								<b>8.52</b>
Equipos								
	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		2.0000	34.77	0.70
								<b>0.70</b>

**Nota:** En la tabla 30, se establece un rendimiento de 11.5440 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en losa aligerada de encofrado metálico, con lo que se establece un costo unitario de 35.47 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado de Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción, con autorización de CYPE Ingenieros, S.A., 2020.

De los datos encontrados en tesis y expediente técnicos, a continuación, se realiza la comparación de la variación de rendimiento del encofrado metálico, básicamente de encofrado en sobrecimiento, columnas, vigas y losas desde el mes de enero al mes de junio del año 2020.

**Tabla 31**

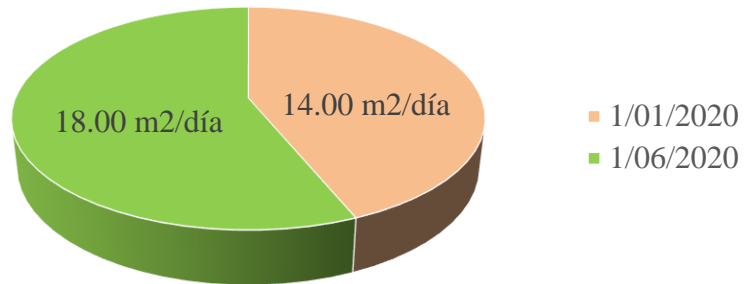
Rendimiento de Encofrado de Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
<b>SOBRECIMIENTO</b>	01/01/2020	14.00 m <sup>2</sup> /día
	01/06/2020	18.00 m <sup>2</sup> /día

**Nota:** En la tabla 31, el encofrado metálico en sobrecimiento, en el 2020 varía en 4 m<sup>2</sup>/día con respecto a enero y junio. Esto quiere decir, que se ha mejorado el rendimiento de los operarios para encofrar el sobrecimiento y que es muy beneficioso para el avance de la obra.

**Figura 14**

Rendimiento de Encofrado metálico en Sobrecimiento en el Año 2020



**Nota:** En la figura 14, se muestra que se ha ido incrementado el rendimiento de encofrado metálico para sobrecimiento con el paso de los años. El cual es muy provechoso para tener un avance mayor en la obra.

**Tabla 32**

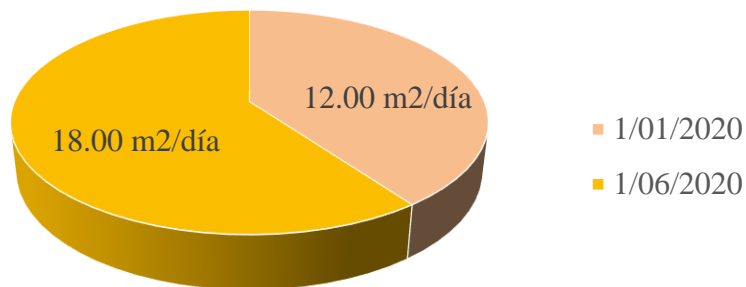
Rendimiento de Encofrado de Metálico en Columnas/Placas en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
COLUMNAS/PLACAS	01/01/2020	12.00 m <sup>2</sup> /día
	01/06/2020	18.00 m <sup>2</sup> /día

**Nota:** En la tabla 32, el encofrado metálico en columnas/placas, en enero del 2020 tuvo un rendimiento de 12 m<sup>2</sup>/día, en junio del 2020 tuvo un rendimiento de 18 m<sup>2</sup>/día, en el que se incrementó en 6 m<sup>2</sup>/día, favoreciendo al avance de la construcción.

**Figura 15**

Rendimiento de Encofrado metálico en Columnas/Placas en el Año 2020



**Nota:** En la figura 15, se muestra que se ha ido incrementado el rendimiento en el encofrado de Columnas/Placas con el paso de los meses.

**Tabla 33**

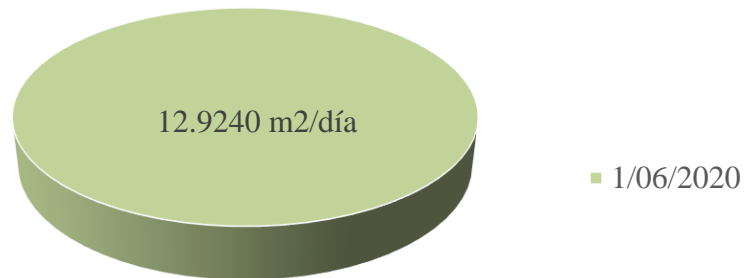
Rendimiento de Encofrado de Metálico en Vigas en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
VIGAS	01/06/2020	12.9240 m <sup>2</sup> /día

**Nota:** En la tabla 33, el encofrado metálico en vigas, en junio del 2020 tuvo un rendimiento de 12.9240 m<sup>2</sup>/día. Es un rendimiento que ayuda a un avance eficiente en la construcción.

**Figura 16**

Rendimiento de Encofrado metálico en Vigas en el Año 2020



**Nota:** En la figura 16, se muestra un único rendimiento de encofrado metálico en vigas, teniendo un valor de 12.9240 m<sup>2</sup>/día.

**Tabla 34**

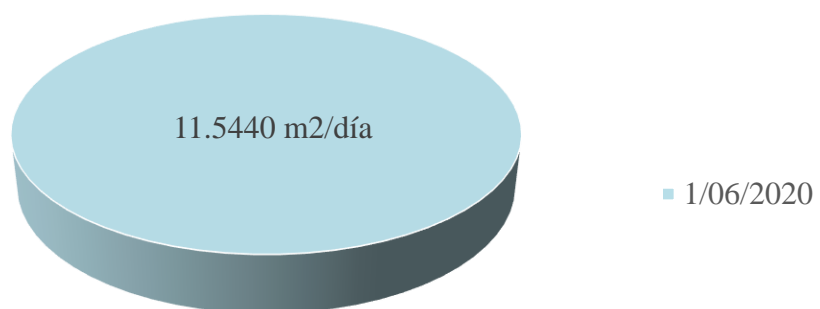
Rendimiento de Encofrado de Metálico en Losas en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	RENDIMIENTO
LOSAS	01/06/2020	11.5440 m <sup>2</sup> /día

**Nota:** En la tabla 34, el encofrado metálico en losas, en junio del 2020 tuvo un rendimiento de 11.5440 m<sup>2</sup>/día. Es un rendimiento que ayuda a un avance eficaz en la construcción de una edificación.

**Figura 17**

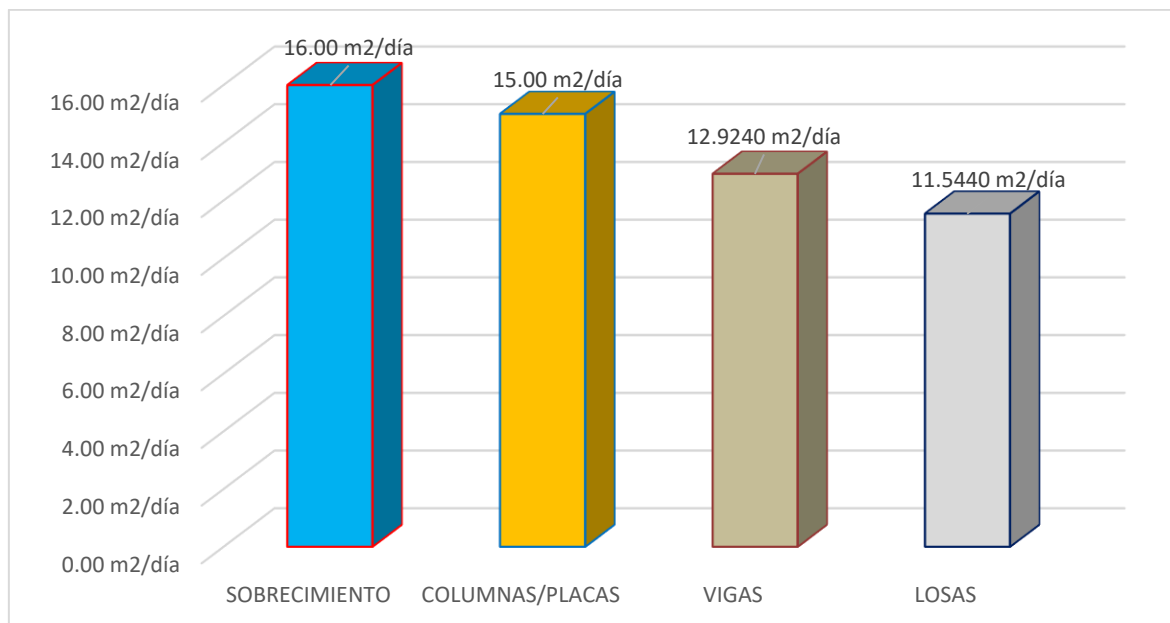
Rendimiento de Encofrado metálico en Losa en el Año 2020



**Nota:** En la figura 16, se muestra un único rendimiento de encofrado metálico en losas aligeradas, teniendo un valor de 11.5440 m<sup>2</sup>/día.

**Figura 18**

Rendimiento Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020



**Nota:** En la figura 18, se muestra el promedio del rendimiento de encofrado metálico en los elementos estructurales de una edificación, en la que el encofrado de sobrecimiento tiene un promedio de 16 m<sup>2</sup>/día, en columnas tiene un promedio de 15 m<sup>2</sup>/día, en vigas posee un promedio de 12.9240 m<sup>2</sup>/día y finalmente en losas aligeradas un rendimiento promedio de 11.5440 m<sup>2</sup>/día.

### Variaciones en el costo unitario de los encofrados metálicos

A continuación, se establece los resultados de costos unitarios de encofrados metálicos, enfocándose principalmente en encofrados de sobrecimiento, columnas, vigas y losas:

**Tabla 35**

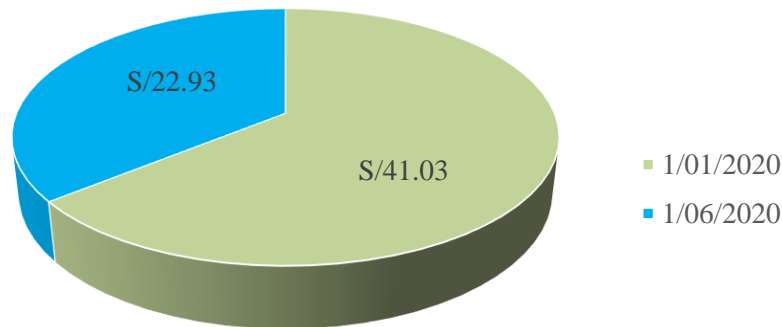
Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimientos en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
<b>SOBRECIMIENTO</b>	01/01/2020	S/41.03
	01/06/2020	S/22.93

**Nota:** En la tabla 35, se establece el costo unitario del encofrado metálico del sobrecimiento, en el cual en el mes de enero del año 2020 fue 41.03 soles y en junio del 2020 fue 22.93 soles. Como se puede observar, el costo bajó en el transcurso de estos meses.

**Figura 19**

Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020



**Nota:** En la figura 19, se muestra que los precios del encofrado metálico varían de enero del 2020 a junio del 2020 en 18.10 soles. Esta variación en el precio es favorable al constructor ya que el precio ha ido bajando en el transcurso de esos meses.

**Tabla 36**

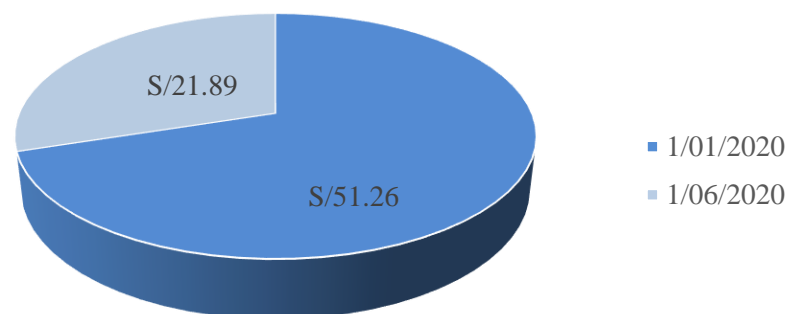
Costo Unitario de Encofrado Metálico en Columnas/Placas en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
COLUMNAS/PLACAS	01/01/2020	S/51.26
	01/06/2020	S/21.89

**Nota:** En la tabla 36, se establece el costo unitario del encofrado metálico en Columnas/Placas, en el cual en el mes de enero del año 2020 fue 51.26 soles y en junio del 2020 fue 21.89 soles. Como se puede observar, el costo bajó considerablemente en el transcurso de estos meses.

**Figura 20**

Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020



**Nota:** En la figura 20, se muestra que los precios del encofrado metálico varían de enero del 2020 a junio del 2020 en 29.37 soles. Esta variación en el precio es favorable al constructor ya que el precio ha ido bajando cuantiosamente en el transcurso de esos meses.

**Tabla 37**

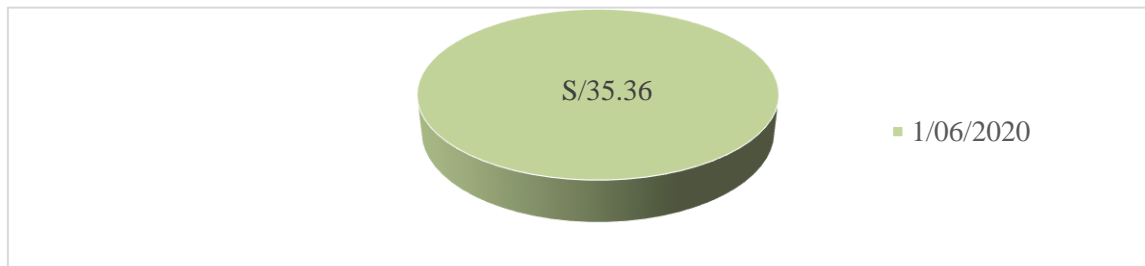
Costo Unitario de Encofrado Metálico en Vigas en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
VIGAS	01/06/2020	S/35.36

**Nota:** En la tabla 37, se establece el costo unitario del encofrado metálico en vigas, en el cual en el mes de junio del 2020 fue 35.36 soles.

**Figura 21**

Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020



**Nota:** En la figura 21, se muestra un único dato de 35.36 soles correspondiente a junio del 2020.

**Tabla 38**

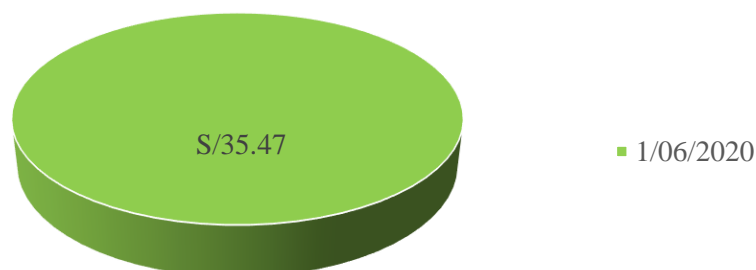
Costo Unitario de Encofrado Metálico en Losas en el Año 2020

ELEMENTO ESTRUCTURAL	FECHA	COSTO UNITARIO
LOSAS	01/06/2020	S/35.47

**Nota:** En la tabla 37, se establece el costo unitario del encofrado metálico en losas, en el cual en el mes de junio del 2020 fue 35.47 soles.

**Figura 22**

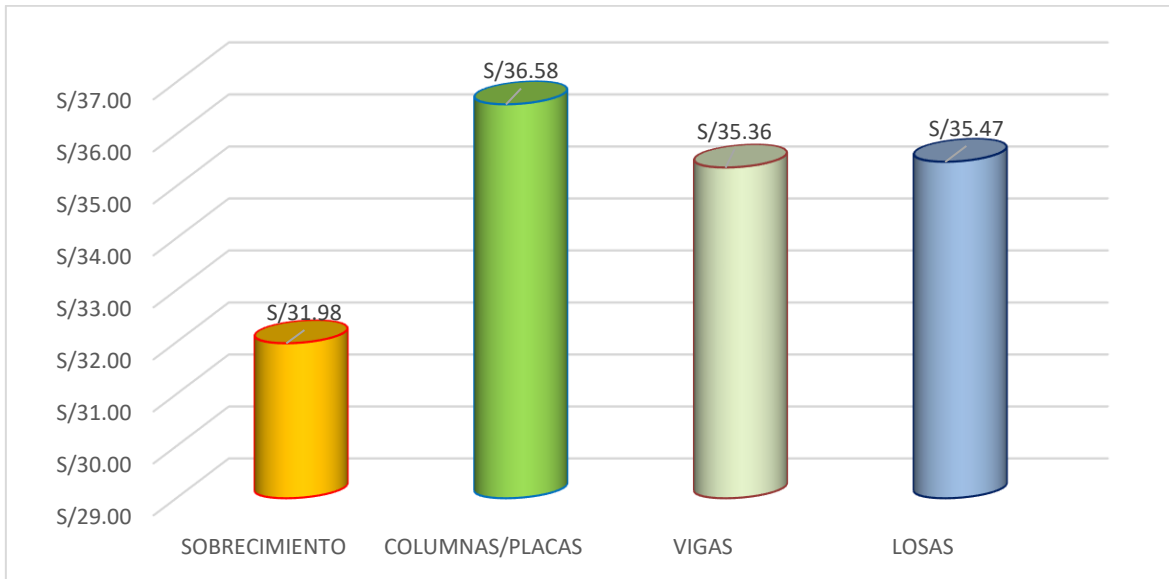
Costo Unitario de Encofrado Metálico en Sobrecimiento en el Año 2020



**Nota:** En la figura 22, se muestra un único dato de 35.47 soles correspondiente a junio del 2020.

**Figura 23**

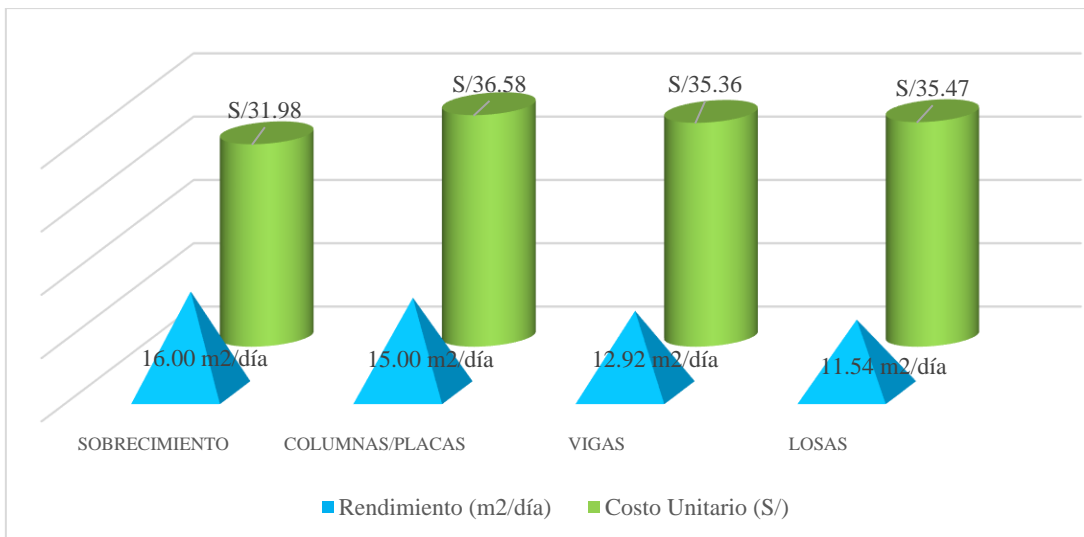
Costo Unitario Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020



**Nota:** En la figura 23, se muestra el promedio del costo unitario de encofrado metálico en los elementos estructurales de una edificación, en la que el encofrado para sobrecimiento tiene un costo unitario promedio de S/ 31.98, en columnas/placas tiene un promedio de S/ 36.58, en vigas posee un costo unitario promedio de S/ 35.36 y finalmente en losas aligeradas un costo unitario promedio de S/ 35.47.

**Figura 24**

Rendimiento promedio y Costo Unitario Promedio de Encofrado Metálico en el Año 2020



**Nota:** En la figura 24, se muestra la variación del promedio de costo unitario y promedio de rendimiento de acuerdo a los encofrados de los elementos estructurales. Por ello, para el encofrado metálico de sobrecimiento tienen un rendimiento promedio de 16.00 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 31.98 soles, para el encofrado metálico de columnas tiene un rendimiento promedio de 15.00 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 35.58 soles, para el encofrado metálico de vigas tienen un rendimiento promedio de 12.92 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 35.36 soles, finalmente para el encofrado tradicional de losas tienen un rendimiento promedio de 11.54 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 35.47 soles

## Variaciones en rendimiento y costo unitario de los encofrados plásticos

A continuación, se establece los resultados de rendimientos de encofrados plásticos, enfocándose principalmente en encofrados de columnas y vigas:

**Tabla 39**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado Plástico en Columnas

Partida ENCOFRADO DE PLÁSTICO EN COLUMNAS							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000		EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m2		62.51
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>							
	OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	20.07	8.92
	Peón		hh	1.0000	0.4444	14.81	6.58
							15.50
<b>Equipos</b>							
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	15.50	0.47
							0.47
<b>Sub Contrata</b>							
	ALQUILER ENCOFRADO PLÁSTICO DE COLUMNA		m2		1.0000	46.54	46.54
							46.54

**Nota:** En la tabla 39, se establece un rendimiento de 18 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en columnas de encofrado plástico, con lo que se establece un costo unitario de 62.74 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado de la tesis “Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas”, con autoría de Giovanni Eduardo Neumann Cabrera en el año 2017.

**Tabla 40**

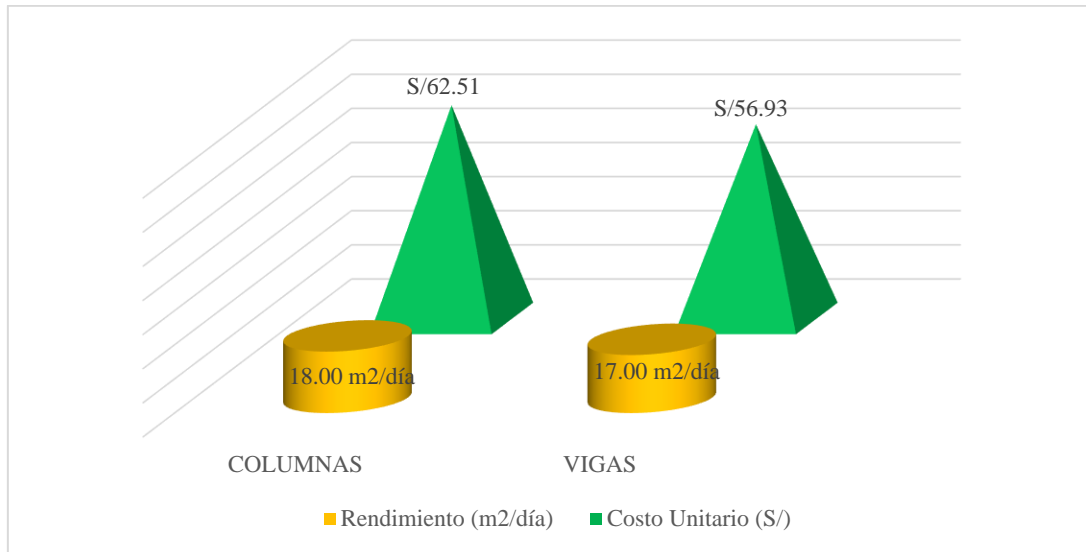
Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado Plástico en Vigas

Partida ENCOFRADO DE PLÁSTICO EN VIGAS							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 17.0000		EQ. 17.0000	Costo unitario directo por : m2		56.93
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
<b>Mano de Obra</b>							
	OPERARIO		hh	2.0000	0.9412	20.07	18.89
	PEÓN		hh	1.0000	0.4706	14.81	6.97
							25.86
<b>Equipos</b>							
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	25.86	0.78
							0.78
<b>Sub Contrata</b>							
	ALQUILER ENCOFRADO PLÁSTICO PARA VIGAS		m2		1.0000	30.29	30.29
							30.29

**Nota:** En la tabla 40, se establece un rendimiento de 17 m<sup>2</sup>/día para el encofrado en vigas de encofrado plástico, con lo que se establece un costo unitario de 56.93 soles por metro cuadrado. El análisis de precios unitarios (APU) fue tomado de la tesis “Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas”, con autoría de Giovanni Eduardo Neumann Cabrera en el año 2017.

**Figura 25**

Rendimiento y Costo Unitario de Encofrado Plástico en el Año 2017



**Nota:** En la figura 25, se muestra el costo unitario y rendimiento de acuerdo a los encofrados de los elementos estructurales. Por ello, para el encofrado plástico de columnas tienen un rendimiento de 18.00 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 62.51 soles y para el encofrado plástico de vigas tiene un rendimiento de 17.00 m<sup>2</sup>/día y un costo unitario promedio de 56.93 soles.

### Nivel de acabado de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos

El nivel de acabados de los tres tipos de encofrados se ha evaluado de acuerdo al siguiente criterio:

**BÁSICO.** Es un nivel de acabado que no tiene una finalidad decorativa, requiere tarrajeo.

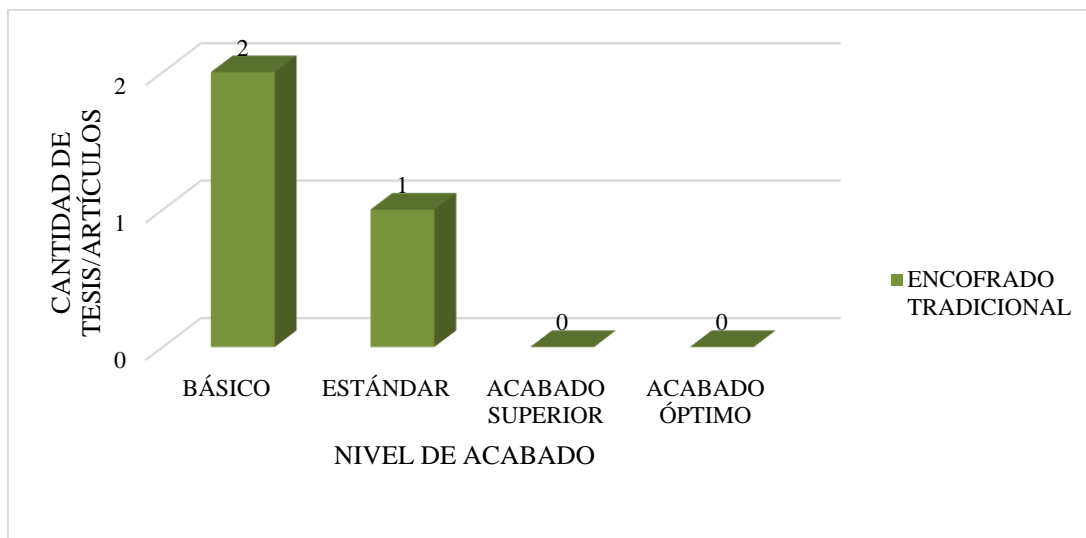
**ESTÁNDAR.** Tiene un nivel de acabado con revestimientos granulados, es necesario la utilización de tarrajeo en algunas porciones del elemento estructural.

**ACABADO SUPERIOR.** Posee un nivel acabado de solo lijar y poseer una superficie lista para pintura.

**ACABADO ÓPTIMO.** Es un nivel de acabado liso y listo para pintar.

**Figura 26**

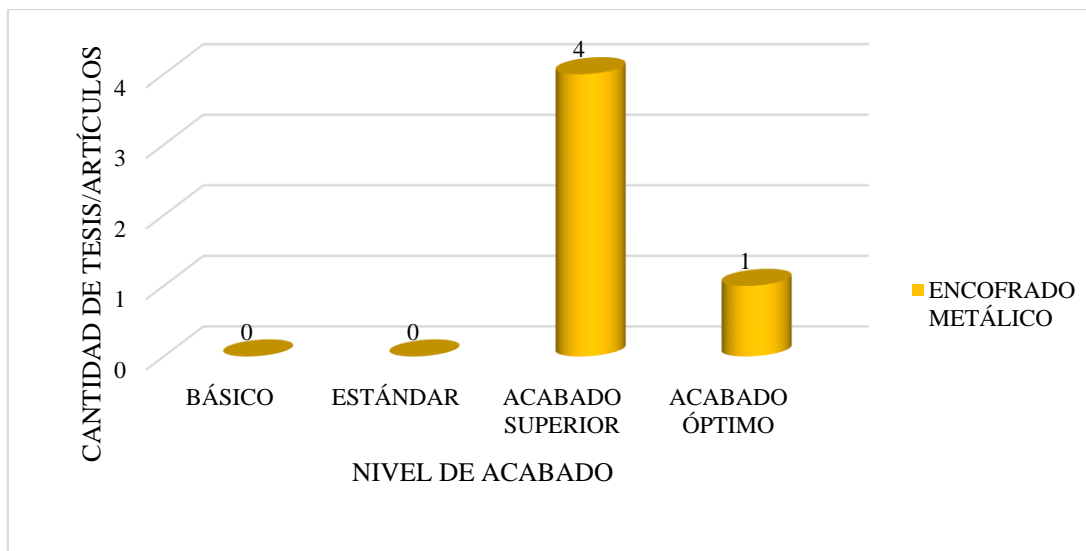
Nivel de Acabado de Encofrado Tradicional



**Nota:** En la figura 26, se muestra la cantidad de tesis/artículos científicos que mencionan que el encofrado tradicional posee un determinado nivel de acabado. Es por ello, que el encofrado tradicional con nivel de acabado BÁSICO, dos autores establecieron que el encofrado tradicional con este nivel no tiene una finalidad decorativa, sino que siempre requiere tarrajeo. Asimismo, un autor mencionó que algunas veces el nivel de acabado del encofrado tradicional es ESTÁNDAR. Es decir, que tiene un nivel de acabado con revestimientos granulados, es necesario la utilización de tarrajeo en algunas porciones del elemento estructural.

**Figura 27**

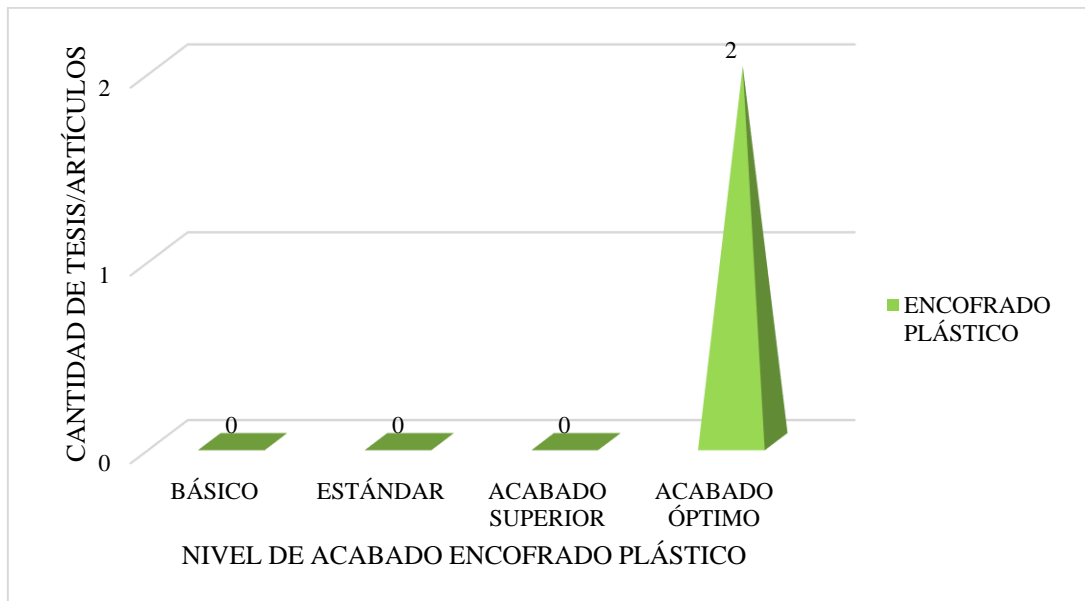
Nivel de Acabado de Encofrado Metálico



**Nota:** En la figura 27, se muestra la cantidad de tesis/artículos científicos que mencionan que el encofrado metálico posee un determinado nivel de acabado. Es por ello, que el encofrado metálico con nivel de acabado SUPERIOR, cuatro autores establecieron que el encofrado metálico con este nivel se indica que solo se debe lijar y poseer una superficie lista para pintura. Asimismo, un autor mencionó que algunas veces el nivel de acabado del encofrado metálico es ÓPTIMO. Es decir, es un nivel de acabado liso y listo para pintar.

**Figura 28**

Nivel de Acabado de Encofrado Plástico



**Nota:** En la figura 28, se muestra la cantidad de tesis/artículos científicos que mencionan que el encofrado plástico tiene un determinado nivel de acabado. Es por ello, que el encofrado plástico con nivel de acabado ÓPTIMO, dos autores establecieron que el encofrado plástico indica que tiene un acabado liso y listo para pintar.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La búsqueda de información se realizó en el periodo 2016-2021, encontrándose diez (10) investigaciones teóricas y siete (7) expedientes técnicos a los cuales es necesario, ampliar en futuras investigaciones el periodo de búsqueda para conocer con mayor alcance lo investigado en el presente tema de investigación es cual es ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS ENCOFRADOS TRADICIONALES, ENCOFRADOS METÁLICOS Y ENCOFRADOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2021. Las implicancias de la presente tesis, sirve como guía para elegir el mejor material de encofrado según el resultado deseado; resaltando el factor seguridad en los encofrados metálicos y plásticos, debido a su elaboración industrial con especificaciones que garanticen su correcto funcionamiento. Por otra parte, si se desea elaborar formas complejas, la madera sigue siendo la mejor elección, debido a que puede ser habilitada a medida en obra. El alcance de la investigación es descriptivo debido a que todos los resultados ya han sido obtenidos por otros autores que han realizado sus propios experimentos. La limitación que se halló en la presente investigación, fue que no se tuvo acceso a toda la información de los expedientes técnicos, pero sí el análisis de precios unitarios (APU), los cuales son necesarios para extraer datos de rendimientos y costos unitarios.

En la actualidad, el encofrado tradicional, según los resultados encontrados, posee un menor costo comparando con el encofrado metálico y plástico. Además, con respecto a la seguridad tiene un nivel alto de riesgo. Por ello, Beato (2018) afirma que “el sistema de encofrado tradicional a pesar de tener un precio más asequible, este no cuenta con un alto índice de seguridad teniendo como resultado un alto riesgo laboral y de accidentes”.

Asimismo, con respecto a los costos, si existe variaciones entre encofrados tradicionales y encofrado metálicos. Por tal motivo, Laura (2016) indica que:

Para el diseño de encofrado de una edificación, donde nos hace referencia que los encofrados metálicos son más costosos que el encofrado tradicional (madera), pero a largo plazo resulta más rentable debido a que se puede utilizar más veces que el encofrado de madera.

En las construcciones ya se está utilizando más el encofrado metálico que el tradicional por sus mayores ventajas. Es por ello, que, Briceño (2017) concluye lo siguiente:

Se estableció que la aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares en la productividad de la obra “Condominio Real Carabayllo” en el 2016, el 75% utilizó encofrado metálico y el 25% utilizó encofrado de madera. Aumentando la productividad en este tipo de edificaciones de muros de concreto de cortes simétricas.

En el área de las construcciones, específicamente la de construcción de edificaciones ya se están utilizando diferentes sistemas. Uno de ellos es el sistema LosaFlex, el cual según Guerrero (2018) indica que:

El sistema LosaFlex es una mejor alternativa al sistema tradicional, debido a la seguridad que ofrece. Permite que los trabajadores realicen un menor esfuerzo, ya que, al ser más liviano, los obreros levantarán pesos más livianos cuidando su salud física. Por otro lado, al tener un acceso y movimiento fácil debido de la losa encofrada, se evitan accidentes y se tiene un mayor control durante el fundido de losa. Por último, al tener elementos más resistentes se puede soportar mayores pesos.

Actualmente, el encofrado metálico se está utilizando en mayor escala, debido a que brinda más rendimiento y posee más usos. Los que son muy beneficiosos para el avance de una obra. Es por ello, que, Arapa y Maldonado (2019) menciona lo siguiente:

El uso del encofrado metálico, en la construcción de edificaciones, es un método novedoso y práctico, el cual nos permite acelerar el proceso constructivo, logrando una mayor rentabilidad en proyectos de gran magnitud con elementos estructurales similares. Reduciendo tiempo de construcción y costos de mano de obra. En cuanto al comportamiento estructural tiene como ventaja, el encofrado metálico menores deformaciones laterales durante el proceso de vaciado. En la prueba de laboratorio, el encofrado metálico sufrió una deformación lateral de 1,13 mm en cambio el encofrado con madera sufrió una deformación lateral de 2,82 mm, debido como causa principal que en el encofrado de madera se utiliza alambre #8 para asegurar los barros y eso son los que sufren estiramientos en dirección horizontal.

Para que la construcción de las edificaciones tenga un adecuado avance las partidas predecesoras tienen que ejecutarse anticipadamente, para que cuando se ejecute la partida de encofrados el avance continúe sin ningún problema. Es así que, Chunga y Ramírez (2019), establecen que:

El éxito de una construcción depende de varios factores como los son su organización y su logística. Esto resulta más notorio en edificaciones de gran altura, en donde el empleo del Sistema Autotrepante o el Sistema Deslizante, cuyos mecanismos de trabajo son similares, involucra la buena planificación de otras partidas como los son el armado de acero, el vaciado de concreto, transporte de materiales, control de calidad, entre otros. Esto resulta ser mucho más importante en el empleo del Sistema Deslizante, ya que su mecanismo de trabajo es un proceso continuo y, en caso de no planificar correctamente alguna de las partidas mencionadas, el sistema podría parar, disminuyendo así su productividad.

Al utilizar el encofrado metálico, se puede reducir costos en la obra, debido a que la mano de obra disminuye, porque para este tipo de encofrado se necesita solo operarios que sepan anclar las piezas y así avanzar con el vaciado de concreto en cualquier elemento

estructural, ya sea, sobrecimiento, columnas, vigas o losas aligeradas. Por tal motivo, Lazo (2018), realizó una investigación y concluyó lo siguiente:

El proyecto redujo el costo en 0.026% utilizando un sistema de encofrados con desplazamiento horizontal empleando menores horas hombre por  $m^2$  dado que el recurso mano de obra es de mayor incidencia en cada partida de encofrado. Así mismo, se resalta que el porcentaje del costo no disminuyó en mayor proporción porque el costo de alquiler del encofrado se incrementó al usar más juegos de encofrados por el corte a la cara de la viga. Es importante aclarar que, existen costos no analizados en esta investigación pero que disminuyeron como el costo de uso de vías porque con este sistema los vehículos pueden desplazarse dentro de obra y el costo de acarreo horizontal donde los materiales son entregados en los puntos solicitados.

El encofrado metálico reduce tiempo y costo con respecto a otros tipos de encofrados, esto se afirma debido a que Jiménez (2018) al realizar su tesis experimental encontró lo siguiente:

El rendimiento para el encofrado deslizante para una estructura de 12 a 24 metros es de 60  $m^2$ /día y para el encofrado trepante es de 50  $m^2$ /día. Asegurando así que el encofrado deslizante reduce el tiempo y costo en comparación con el encofrado deslizante.

En la actualidad, los encofrados plásticos no son muy usados debido a que su elevado costo restringe su uso. Por lo que “La baja demanda de encofrados plásticos PEHD se debe a su alto precio en relación a los encofrados de madera o metálicos tradicionalmente utilizados seguido del factor cultural cuyo personal demuestra poca oportunidad a conocer nuevas tecnologías”. Ibarra (2016)

Neumann (2017), en su tesis experimental estableció la comparación de costos unitarios y rendimientos de encofrados tradicionales, encofrado metálicos y encofrados plásticos, por lo que concluyó lo siguiente:

Comparando los costos unitarios de un encofrado de madera que son de S/.41.95 para columnas y de S/.42.07 para vigas, el de encofrado plástico son de S/. 62.51 para columnas y de S/. 56.92 para vigas, los metálicos son de S/.65.25 para columnas y de S/.104.65, se observa que el que el encofrado de madera mantiene los costos más bajos pero su eficiencia con respecto a tiempo de instalación, tipo de superficie obtenida luego de quitar el panel de encofrado y verticalidad lo superan ampliamente.

Comparando los rendimientos promedios establecidos para cada tipo de encofrado, tenemos que el de madera es el más bajo con 10 m<sup>2</sup>/día para columnas y de 9 m<sup>2</sup>/día para vigas, seguido por el encofrado metálico con 15 m<sup>2</sup>/día para columnas y de 14 m<sup>2</sup>/día para vigas y el encofrado con más alto rendimiento es el plástico con 18 m<sup>2</sup>/día para columnas y 17 m<sup>2</sup>/día para vigas.

## Conclusiones

- En conclusión, se puede afirmar que en la presente tesis se logró satisfactoriamente analizar la evolución de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos en obras de edificaciones en la ciudad de Cajamarca – 2021. Donde se determinó que existe un interés por emplear nuevos materiales como el metal y el plástico para encofrados, dados sus beneficios comparados con el encofrado tradicional, sin embargo, en la ciudad de Cajamarca este cambio ha sido mínimo; motivo por lo cual, el encofrado tradicional tiene el mayor uso en las construcciones.
- Asimismo, se logró establecer las variaciones de costos entre los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plástico. Llegando a obtener como resultados lo siguiente: El promedio del costo unitario del encofrado tradicional según el elemento a encofrar es: En sobrecimiento: S/47.94, en columnas: S/69.61, en vigas: S/66.11 y en losas aligeradas: S/65.96. Asimismo, el promedio del costo unitario del encofrado metálico según el elemento a encofrar es: En sobrecimiento: S/31.98, en columnas: S/36.58, en vigas: S/35.36 y en losas aligeradas: S/35.47. Además, el promedio del costo unitario del encofrado plástico según el elemento a encofrar es: En columnas: S/62.51 y en vigas: S/56.93. Con los datos recopilados se observa que en el encofrado tradicional de sobrecimiento hay una variación de S/15.96 con respecto al encofrado metálico. Asimismo, se observa que en el encofrado tradicional de columnas hay una variación de S/33.03 con respecto al encofrado metálico y S/7.01 con respecto al encofrado plástico. También, se observa que en el encofrado tradicional de vigas hay una variación de S/30.75 con respecto al encofrado metálico y S/9.18 con respecto al encofrado

plástico. Igualmente, se observa que en el encofrado tradicional de losas hay una variación de S/30.49 con respecto al encofrado metálico.

- También se logró comparar el nivel de acabado entre los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plástico. Para ello, se estableció que el nivel de acabado del encofrado tradicional es básico, es decir, que no tiene una finalidad decorativa y siempre requiere de tarrajeo. También, se definió que el nivel de acabado del encofrado metálico es superior, es decir, que solo se debe lijar y se obtendrá una superficie lista para la aplicación de pintura. Además, se precisó que el nivel de acabado del encofrado plástico es óptimo, es decir, que tiene un acabado liso y listo para pintar.
- Finalmente, se logró comparar los rendimientos diarios de los encofrados de madera, encofrados metálicos y encofrados plásticos. Llegando a obtener como resultados lo siguiente: El promedio de los rendimientos del encofrado tradicional según el elemento a encofrar es: En sobrecimiento: 12.67 m<sup>2</sup>/día, en columnas: 20.17 m<sup>2</sup>/día, en vigas: 12.00 m<sup>2</sup>/día y en losas aligeradas: 19.00 m<sup>2</sup>/día. Asimismo, el promedio de los rendimientos del encofrado metálico según el elemento a encofrar es: En sobrecimiento: 16.00 m<sup>2</sup>/día, en columnas: 15.00 m<sup>2</sup>/día, en vigas: 12.92 m<sup>2</sup>/día y en losas aligeradas: 11.54 m<sup>2</sup>/día. Además, el promedio de los rendimientos del encofrado plástico según el elemento a encofrar es: En columnas: 18.00 m<sup>2</sup>/día y en vigas: 17.00 m<sup>2</sup>/día. Con los datos recopilados de los expedientes técnicos se observa que en el encofrado tradicional de sobrecimiento hay una variación de 3.33 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado metálico. Asimismo, se observa que en el encofrado tradicional de columnas hay una variación de 5.17 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado metálico y 2.17 m<sup>2</sup>/día con respecto al encofrado plástico. Además, se observa que en el encofrado tradicional

de vigas hay una variación de  $0.92 \text{ m}^2/\text{día}$  con respecto al encofrado metálico y  $5.00 \text{ m}^2/\text{día}$  con respecto al encofrado plástico. También, se observa que en el encofrado tradicional de losas aligeradas hay una variación de  $7.46 \text{ m}^2/\text{día}$  con respecto al encofrado metálico.


## REFERENCIAS

- 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 Cusco - 2017. (*Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.
- Árias, F. G. (2012). *Proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Briceño, H. E. (2017). Aplicación de encofrados modulares en viviendas multifamiliares y productividad en obra-Condominio Real Carabayllo en el 2016. (*Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Calderón, S. J., & Alzamora, D. I. (2018). Diseños de investigación para tesis de posgrado. *Revista Peruana de Psicología y Trabajo Social, Volumen 7*(Nº 2), 71 - 76. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de <http://revistas.uigv.edu.pe/index.php/psicologia/article/download/660/581/>
- CAPECO, C. P. (2003). *Costos y Presupuestos de Edificación* (1ra ed.). Lima, Lima, Perú. Recuperado el 12 de mayo de 2021, de [https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos\\_y\\_presupuestos\\_en\\_edificacion\\_-\\_capeco\\_r.pdf](https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos_y_presupuestos_en_edificacion_-_capeco_r.pdf)
- Castañeda, O. J., & López, P. W. (2015). Análisis comparativo entre el sistema de encofrado de aluminio y encofrado metálico para viviendas de interés social caso: Condominio Ciudad Verde – Puente Piedra – Lima. (*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Chunga, Z. J., & Ramírez, T. K. (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 para optar el Título de Ingeniero Civil*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Corona, L. J. (2016). Apuntes sobre métodos de investigación. *Revista MediSur, Vol. 14*(Núm. 1), pp. 87-88. Recuperado el 12 de mayo de 2021, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180044014017>
- De los Santos, B. R. (2018). Estudio comparativo entre los sistemas de encofrado en República Dominicana y el sistema de España. (*Máster Universitario en Construcción Avanzada en la Edificación*). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- DRAE. (12 de mayo de 2021). *Definición de encofrado*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/encofrado>
- Escudero, S. C., & Cortez, S. L. (2018). *Técnica y métodos cualitativos para la investigación científica*. Machala, Ecuador: Editorial UTMACH. Recuperado el 13 de mayo de 2021, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14207/1/Cap.1-Introducci%C3%B3n%20a%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf>
- Guerrero, C. Á. (2018). Análisis comparativo de factibilidad técnica, económica y constructiva entre encofrado tradicional y encofrado Losaflex para vigas y losas de hormigón armado en edificaciones. (*Trabajo de disertación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Ibarra, L. J. (2016). Análisis de la baja demanda de encofrados plásticos de polietileno en Guayaquil. (*Tesis para obtener el grado de Magister en Administración de Empresas mención en Marketing*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Jimenez, V. S. (2018). Encofrados deslizantes y la productividad en la construcción de tanque elevado de concreto armado – SMP- Lima 2018. (*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- Laura, D. T. (2016). Diseño de sistema de encofrados en la provincia Angaraes - Huancavelica. (*Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Nacional de Huancavelica, Lircay, Huancavelica, Perú.
- 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. (*Título para obtener el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Continental, Huancayo, Perú.
- Leiva, J. V., Medina, D. E., Puchurtintta, I. K., & Sulca, T. J. (2019). Expediente técnico de una edificación unifamiliar ubicado en Manchay, distrito de Pachacamac. (*Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Civil*). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.
- Malca, A. L. (2011). Estudios para la construcción de un proyecto de edificación de viviendas. (*Tesis para optar el título de Ingeniero Civil*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Martínez, C. A., Díaz, J. F., & Duque, R. (2019). Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares. *Revista Tecnológicas*, Vol. 22. Recuperado el 10 de mayo de 2021, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344262226003>
- Neumann, C. G. (2017). Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas. (*Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 227-232. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Pavón, L. P., & Gogeochea, T. M. (2010). Diseño de investigación. (*Maestría en prevención integral del consumo de drogas*). Universidad Veracruzana Instituto de Ciencias de la Salud, Xalapa, México.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Formato 1.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - CAJAMARCA - 2021	
	FICHA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN
	N°: 1
	<b>TESIS:</b> ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS ENCOFRADOS TRADICIONALES, ENCOFRADOS METÁLICOS Y ENCOFRADOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2021
	<b>AUTOR:</b> DANY ANTONIO DIAZ BURGOS <b>ASESOR (A):</b> ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN
<b>FORMATO N° 1</b>	
DATOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b>	
<b>AUTOR:</b>	
<b>TÍTULO:</b>	
<b>AÑO:</b>	
<b>CIUDAD:</b>	
<b>PAÍS:</b>	
<b>PÁGINAS:</b>	
<b>ASESOR:</b>	
<b>OBSERVACIÓN:</b>	
RESPONSABLE DE LA TESIS	ASESOR (A)
<b>NOMBRE:</b> DANY ANTONIO DIAZ BURGOS	<b>NOMBRE:</b> ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

ANEXO N° 2. Formato 2.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – CAJAMARCA - 2021	
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FICHA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN N°: 1
	TESIS: ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS ENCOFRADOS TRADICIONALES, ENCOFRADOS METÁLICOS Y ENCOFRADOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2021
	AUTOR: DANY ANTONIO DÍAZ BURGOS
	ASESOR (A): ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN
<b>FORMATO N° 2</b>	
<b>DATOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	
<b>PROBLEMA:</b>	
<b>HIPÓTESIS:</b>	
<b>METODOLOGÍA:</b>	
TIPO, NIVEL, DISEÑO Y TÉCNICA:	
PROCEDIMIENTO:	
OBSERVACIÓN:	
<b>RESPONSABLE DE LA TESIS</b>	<b>ASESOR (A)</b>
NOMBRE: DANY ANTONIO DIAZ BURGOS	NOMBRE: ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN
FECHA:	FECHA:



ANEXO N° 4. Formato 4.

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – CAJAMARCA - 2021</b>	
	<b>FICHA RESUMEN DE INVESTIGACIÓN</b>	
	<b>N°:</b>	1
	<b>TESIS:</b>	ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LOS ENCOFRADOS TRADICIONALES, ENCOFRADOS METÁLICOS Y ENCOFRADOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2021
<b>AUTOR:</b>	DANY ANTONIO DIAZ BURGOS	
<b>ASESOR (A):</b>	ING. TULIO EDGAR GULLÉN SHEEN	
<b>FORMATO N° 4</b>		
<b>CONCLUSIONES:</b>		
<b>OBSERVACIÓN:</b>		
<b>RESPONSABLE DE LA TESIS</b>	<b>ASESOR (A)</b>	
<b>NOMBRE:</b> DANY ANTONIO DIAZ BURGOS	<b>NOMBRE:</b> ING. TULIO EDGAR GULLÉN SHEEN	
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	

ANEXO N° 5. Formato 5.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE – CAJAMARCA - 2021							
FICHA RESUMEN DE INVESTIGACION N°: 1							
TESIS:	ANÁLISIS DE LA EVOLUCION DE LOS ENCOFRADOS TRADICIONALES, ENCOFRADOS METÁLICOS Y ENCOFRADOS PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA - 2021						
AUTOR:	DANY ANTONIO DIAZ BURGOS						
ASESOR (A):	ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN						
<b>FORMATO N° 5</b>							
<b>DATOS GENERALES DEL EXPEDIENTE TÉCNICO</b>							
PRESUPUESTO:	CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉN DE CONTENEDORES VACÍOS - LURÍN						
SUBPRESUPUESTO:	COSTO DIRECTO - ALT N° 01						
PARTIDA:	CERCO METÁLICO TIPO CERCO PRONTO H=2.45m C/MALLA METÁLICA Y ANTIPOLVO						
TIPO DE ENCOFRADO:	ENCOFRADO TRADICIONAL O DE MADERA						
FECHA PRESUPUESTO:	07/03/2016						
<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS (ACU)</b>							
<b>Partida 02.04.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMENTOS</b>							
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO.	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	64.17
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	19.30	12.87	
101010005	PEON	hh	2.0000	1.3333	14.40	19.20	
						32.07	
<b>Materiales</b>							
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	Kg		0.7822	3.22	2.52	
2041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	Kg		0.2000	2.40	0.48	
2221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal		0.0200	160.00	3.20	
231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.3300	5.00	11.65	
2310500010004	TR PLAY LUPUNA 4x 8x19mm	pln		0.0350	94.00	3.29	
						21.14	
<b>Equipos</b>							
301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	32.07	9.66	
						0.88	
<b>Partida 02.04.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS</b>							
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO.	8.5000	EQ.	8.5000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	83.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.9412	19.30	18.17	
101010005	PEON	hh	2.0000	1.8824	14.40	27.11	
						45.28	
<b>Materiales</b>							
2040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	Kg		0.3050	3.22	0.98	
2041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	Kg		0.1500	2.90	0.44	
2041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	Kg		0.1000	2.40	0.24	
2221400020001	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal		0.0200	160.00	3.20	
231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.1600	5.00	25.80	
2310500010004	TR PLAY LUPUNA 4x 8x19mm	pln		0.0580	94.00	5.45	
						36.11	
<b>Equipos</b>							
301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	45.28	1.35	
301340001	ANDAMIO METALICO	dia	1.0000	0.1176	8.00	0.94	
						2.30	
OBSERVACION:							
RESPONSABLE DE LA TESIS				ASESOR (A)			
NOMBRE: DANY ANTONIO DIAZ BURGOS				NOMBRE: ING. TULIO EDGAR GUILLEN SHEEN			
FECHA:				FECHA:			