

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019

Presentado por:

Bach. TANIA ANGELICA PALOMINO HUALLPA

Bach. SADITH RAYME CONDORI

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Abancay- Apurímac – Perú

2021

Tesis

**Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado
convencional versus encofrado metálico en los elementos
estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona
urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019**

Línea de investigación

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible

Asesor:

Ing. Hugo Virgilio, Acosta Valer



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019”

Presentado por **TANIA ANGELICA PALOMINO HUALLPA Y SADITH RAYME CONDORI** para optar el título profesional de: Ingeniero **Civil**.

Sustentado y aprobado el 13 de agosto del 2021 ante el jurado:

Presidente: M Sc. Calixto, Cañari Otero

Primer Miembro: PhD. Alex Abbon Vásquez Ramírez

Segundo Miembro: M Sc. Ángel, Maldonado Mendivíl

Asesor: Ing. Hugo Virgilio, Acosta Valer

DEDICATORIA

A Dios por haberme bendecido con personas maravillosas y permitirme seguir disfrutando de ellos. A mis padres Sebastián y Ánjela por apoyarme de manera incondicional y motivadora en todos mis proyectos trazados. A mis hermanas Liliana, Lucia y Samira por ser mis mejores amigas y cómplices de mis aventuras.

Tania Angélica

Primeramente, a Dios, por haberme otorgado una familia maravillosa, a mi mamá Dina, a mi papá Salvador, que con gran valor, virtud, amor incondicional y apoyo para con sus hijos, A mis hermanos: Megalith, Saint y Anely. Por estar siempre dispuestos a todo. De forma muy especial a las personas que siempre están a mi lado, y sé que puedo contar con su apoyo. Frans y mis Abuelos: Clotilde, Mario y Ceferina.

Sadith

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a la Universidad Tecnológica de los Andes, a la Carrera profesional de ingeniería civil por permitirnos tener acceso a los instrumentos con el objetivo de poder realizar las pruebas de campo competentes al proyecto de investigación.

Al Ingeniero Hugo Virgilio Acosta Valer, por el material facilitado, las sugerencias recibidas y por las aclaraciones de las dudas que se vinieron generando desde el inicio hasta el final de la tesis.

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
POSTPORTADA	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema	4
1.2.1. Formulación de problema	4
1.2.2. Problema general.....	4
1.2.3. Problemas específicos	4
1.3. Justificación de la investigación	5
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Delimitación de la investigación.....	7
1.5.1. Espacial	7
1.5.2. Temporal	7
1.5.3. Social	7

1.5.4.	Conceptual	8
1.6.	Viabilidad de la investigación	8
1.7.	Limitaciones.....	8
CAPITULO II.....		10
MARCO TEÓRICO		10
1.1.	Antecedentes de la investigación	10
1.1.1.	Antecedentes a nivel internacional	10
1.1.2.	Antecedentes a nivel nacional	14
1.2.	Bases teóricas	21
1.2.1.	Encofrados	21
1.2.2.	Encofrado metálico	22
1.2.3.	Encofrado convencional.....	32
1.2.4.	Eficiencia	41
1.2.5.	Elementos estructurales	42
1.2.6.	Sistema aporticado	42
1.2.7.	Autoconstruidas.....	42
1.2.8.	Edificaciones.....	43
CAPITULO III.....		44
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN		44
3.1.	Hipótesis.....	44
3.1.1.	Hipótesis general.....	44
3.1.2.	Hipótesis Específico.....	44
3.2.	Método de la investigación.....	45
3.3.	Tipo de investigación.....	46
3.4.	Nivel o alcance de la investigación	46
3.5.	Diseño de la investigación.....	47

3.6. Operacionalización de variables	47
3.6.1. Variable independiente.....	47
3.6.2. Variable dependiente.....	47
3.7. Población, muestra y muestreo	48
3.8. Técnica e instrumento de recolección de datos	51
3.8.1. Técnicas.....	51
3.8.2. Instrumentos.....	52
3.9. Consideraciones éticas	52
3.10. Procesamiento de datos de análisis	53
CAPITULO IV	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1 Resultados:	56
4.1.1 Tiempo de instalación.....	56
4.1.2. Análisis de costos unitarios	62
4.1.3. Calidad de la superficie del elemento	72
4.2. Discusión	77
4.3. Prueba de hipótesis	78
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Relación de maderas usadas	37
Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables	48
Tabla 3: Técnicas e instrumentos	51
Tabla 4: Tiempo de instalación del encofrado convencional en columnas	57
Tabla 5: Tiempo de instalación del encofrado convencional en vigas	58
Tabla 6: Tiempo de instalación del encofrado metálico en columnas	59
Tabla 7: Cálculo de tiempo de instalación del encofrado metálico en vigas	59
Tabla 8: Cuadrilla intervenida-encofrado convencional	62
Tabla 9: Cuadrilla intervenida-encofrado metálico	63
Tabla 10: Rendimiento del encofrado convencional	63
Tabla 11: Rendimiento del encofrado metálico	63
Tabla 12: Cálculo de la cantidad de materiales con encofrado convencional	64
Tabla 13: Cálculo de cantidad de materiales para el encofrado metálico	67
Tabla 14: Herramientas para los encofrados	68
Tabla 15: Resumen del análisis de costos unitarios en columnas del encofrado convencional.....	69
Tabla 16: Resumen del Análisis de costos unitarios en vigas del encofrado convencional.....	70
Tabla 17: Resumen del Análisis de costos unitarios en vigas del encofrado metálico	70
Tabla 18 : Resumen del Análisis de costos unitarios en vigas del encofrado metálico	71
Tabla 19: Resultados de las encuestas aplicadas para el encofrado convencional. 73	
Tabla 20: Resultados de las encuestas aplicadas para el encofrado metálico	75
Tabla 21: Cuadro comparativo del encofrado convencional y metálico	76
Tabla 22: Resumen del tiempo de instalación en columnas.....	79
Tabla 23: Resumen del tiempo de instalación en vigas.....	80
Tabla 24: Promedio de análisis de costos unitarios en columnas.....	81
Tabla 25: Promedio del análisis de costos unitarios en vigas.....	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Abancay 2012-2021.....	7
Figura 2: Delimitación del sub sector	49
Figura 3: Comparación de resultados del tiempo de instalación	62
Figura 4: Comparación de resultados del análisis de costos unitarios	72
Figura 5:Entrevista a los ejecutores de las viviendas autoconstruidas	73

RESUMEN

El objetivo principal de esta tesis es determinar el tiempo de instalación, costo y calidad de la superficie del elemento estructural, de este modo determinar qué tipo de encofrado obtiene la mejor eficiencia en obra.

Como población se consideró los elementos estructurales (columnas típicas y vigas aisladas) de las viviendas autoconstruidas del sector B1 de la ciudad de Abancay y la muestra es una cantidad de la población determinada por el muestreo aleatorio simple. La información se recogió a través de una libreta de campo y una ficha de observación para ser sistematizada a través de programas como son el Autocad, Microsoft Word, Excel y SPSS.

El estudio llevado a cabo, después de haber realizado el recojo de información de las unidades de análisis, concluye que es más eficiente el encofrado metálico respecto al encofrado convencional debido a que obtiene un ahorro de tiempo, con menores costos y con la calidad esperada, para la ejecución de viviendas autoconstruidas

Palabras clave: Eficiencia, Encofrado metálico, encofrado convencional, tiempo, costo y calidad.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to determine the installation time, cost and quality of the surface of the structural element, in this way to determine what type of formwork obtains the best efficiency on site.

As population, the structural elements (typical columns and isolated beams) of the self-built houses in sector B1 of the city of Abancay were considered and the sample is a quantity of the population determined by simple random sampling. The information was collected through a field notebook and an observation sheet to be systematized through programs such as Autocad, Microsoft Word, Excel and SPSS.

The study carried out, after having collected the information from the analysis units, concludes that metal formwork is more efficient compared to conventional formwork because it saves time, with lower costs and with the expected quality. for the execution of self-built houses

Keywords: Metal formwork, conventional formwork, time, cost and quality.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis determina el tiempo de instalación, análisis de precios unitarios y la calidad de la superficie, de esta manera se logra determinar la eficiencia que existe entre el encofrado convencional y encofrado metálico, partiendo de la necesidad de conocer procedimientos innovadores que impacten positivamente en el tiempo, costos y calidad en las diferentes construcciones, a causa de la creciente demanda de edificaciones en nuestro país. el objetivo general es determinar la eficiencia al utilizar encofrado convencional comparado con el encofrado metálico de los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado. La estructura de la investigación se fundamenta en 4 capítulos.

Capítulo I: El planteamiento del problema, establece el entorno del problema, se fijan los objetivos, se justifica su realización, se delimita los alcances y su viabilidad. Capítulo II: muestra los antecedentes, los fundamentos teóricos y las diferentes definiciones teóricas básicas sobre la cual se sustenta la tesis. Capítulo III: la hipótesis y las variables, se encuentra la posible respuesta del tiempo, costos y calidad, mediante la formulación de la hipótesis general y las específicas; por otro lado, se efectúa la operacionalización de variables, en cuanto a la metodología, expone el tipo, nivel, diseño, operacionalización de variables la cual nos guiará para el desarrollo de la investigación. Capítulo IV: resultados y discusión, los resultados se podrá presentar de manera detallada los encofrados en estudio, de la misma manera la discusión y prueba de hipótesis respectivamente.

Finalmente, se dan a conocer las conclusiones de la investigación y recomendaciones respecto al procedimiento y conceptos utilizados en esta investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad problemática

El constante incremento de la población producido en estos últimos tiempos, hace que las zonas urbanas crezcan notoriamente, así mismo, la tecnología se viene innovando día a día para atender adecuadamente al desarrollo de las construcciones en distintas partes del mundo, esto conllevó a la industria de la construcción a crear nuevos sistemas de encofrados que permitan ahorro en los tiempos y de esta manera atender a la mayor cantidad de la demanda. La evolución del sistema de encofrado se desarrolló de la manera en como se muestra a continuación:

El encofrado comienza en la época romana donde los arquitectos romanos fueron los primeros los que construyeron las estructuras de hormigón como son los arcos, bóvedas y cúpulas, que estas funcionan a compresión ya que el hormigón en masa no funciona a torsión, tenemos la principal estructura de hormigón que es la cúpula del Panteón de Roma. Estos encofrados fueron realizados con andamiajes

para el hormigón los Romanos utilizaban la cal y el yeso como aglomerantes y como el cemento natural obtenido de la piedra de Puzzoli, sin embargo, por no encontrarse fácilmente el material dejó de usarse como material de construcción hasta la inventiva del cemento portland. Según: Arapa, M. & Maldonado, L. (2019).

En la época moderna; el gran propulsor de los encofrados ha sido el concreto por ende no podemos saber su proceso sin entender el principio del concreto.

En la época medieval; no existió la evolución del encofrado, se puede decir que hubo una detención a los procesos que supuso su beneficio en el imperio romano.

En la edad contemporánea; en la actualidad se ofrece una rápida y fácil solución para construir elementos estructurales que pueden ser columnas, vigas, losas, muros, etc., como si fueran base. Esto exige a las diferentes propiedades que ofrece la construcción con concreto, para su rápida ejecución, la construcción integra de concreto deja pasar al perfeccionamiento del trabajo, del acero y su industrialización adaptándose así el acero como un material valioso en diferentes construcciones ya sean de mediana o grandes envergaduras.

Encofrado en el Perú; los encofrados por ser elementos de uso temporal y por no ser parte de la estructura definitiva, son considerados muchas veces de poca categoría en su contribución al resultado del elemento estructural a construir. Existen diferentes denominaciones respecto al encofrado en los países latinoamericanos, por ejemplo: En Perú y Argentina se denomina encofrados, en Chile moldes o moldajes y Brasil Formas. En el Perú, la madera sigue siendo una materia prima principal para el encofrado, aunque durante los últimos años vinieron apareciendo sistemas de encofrados de plásticos, metálicos y aluminio entre otros.

Encofrado en Abancay, en la actualidad, el uso de la madera para la ejecución de los encofrados a ser utilizados en los elementos estructurales de las edificaciones,

es el más frecuente en la ciudad de Abancay, debido a la facilidad que tienen los constructores para poder adquirirla, a diferencia del encofrado metálico que no se tiene la disponibilidad inmediata en el mercado, a esto se le adiciona el costo, ya sea de alquiler o adquisición, es mucho mayor en comparación con el encofrado convencional, actualmente la adquisición inmediata se hace cada vez más difícil, generando retrasos en las obras.

La madera es la materia prima más utilizada por los constructores en la ejecución de los encofrados; quienes utilizan este material más veces de lo estipulado, sin tener en cuenta las normas técnicas que restringe el número de usos que tiene la madera, sus dimensiones originales van cambiando, haciendo que cuando son reutilizadas no se logra las dimensiones reales y la calidad esperada en los elementos estructurales en las edificaciones al momento de desencofrar, debido a la presencia de rajaduras, quiebres, alabeos y esponjamiento que presenta la madera después de ser usadas en varias ocasiones, por lo que estas irregularidades afectan a la estructura debilitándolas y alterando su resistencia de diseño, generando la presencia de patológicas como son la segregación y las cangrejeras.

De otro modo, los procesos de la industrialización fueron ganando terreno a lo artesanal y los encofrados metálicos no escapan de esta efectividad, este sistema incluso es más económico, resistente y en ciertos casos aún más livianos que la madera.

Existe una gran preocupación por proteger los bosques, debido a la tala de árboles y la frecuencia con la que es usada la madera que proviene de un árbol, por lo que aparecen nuevas alternativas con el propósito de cuidar el medio ambiente.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Formulación de problema

En las diferentes edificaciones autoconstruidas con concreto armado, en los elementos estructurales se requiere del uso del encofrado convencional o encofrado metálico estas cumplen la función de dar una forma al concreto en estado fresco; por lo que en la ciudad de Abancay se observó que no se realizan cálculos de los diferentes elementos que conforman el encofrado, por ser estructuras temporales, en donde se observa diversas fallas y errores en los proyectos, ya que no cuentan con un proceso constructivo adecuado.

1.2.2. Problema general

¿Cuál es la eficiencia al emplear encofrado convencional comparado con el encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019?

1.2.3. Problemas específicos

- ¿Cuál es el ahorro del tiempo al emplear encofrado convencional comparado con el encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019?
- ¿Cuál es el ahorro del costo al emplear encofrado convencional comparado con el encofrado metálico en los elementos estructurales de

las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019?

- ¿Cuál es la calidad de la superficie de los elementos estructurales resultante al emplear encofrado convencional comparado con el encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019?

1.3. Justificación de la investigación

Los resultados de la tesis nos permitirán proponer la utilización de un encofrado que permita obtener una mayor eficiencia en la ejecución de las viviendas autoconstruidas para cuyo efecto se analizará los diferentes elementos estructurales con la finalidad de obtener la calidad esperada.

Para elegir de modo conveniente al momento de optar un sistema de encofrado en los elementos estructurales de las viviendas autoconstruidas, se optará por el empleo de encofrados que permitan lograr la eficiencia y que esta utilice la mano de obra no especializada para su montaje; para cuyo efecto la utilización del encofrado convencional y el encofrado metálico.

Los encofrados metálicos utilizados en la construcción van en aumento y puesta en marcha en los años recientes, incidiendo directamente en el costo del proyecto. Los resultados obtenidos en este estudio podrán ser utilizados por futuros investigadores, ya sean estudiantes, empresarios, contratistas, consiguiendo mejores beneficios para los usuarios.

Por lo descrito en los párrafos anteriores, es viable efectuar el trabajo de investigación de Análisis comparativo de la eficiencia al utilizar encofrado

convencional versus encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado de la zona urbana b1 de la ciudad de Abancay.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia al utilizar encofrado convencional comparado con el encofrado metálico de los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

1.4.2. Objetivos específicos

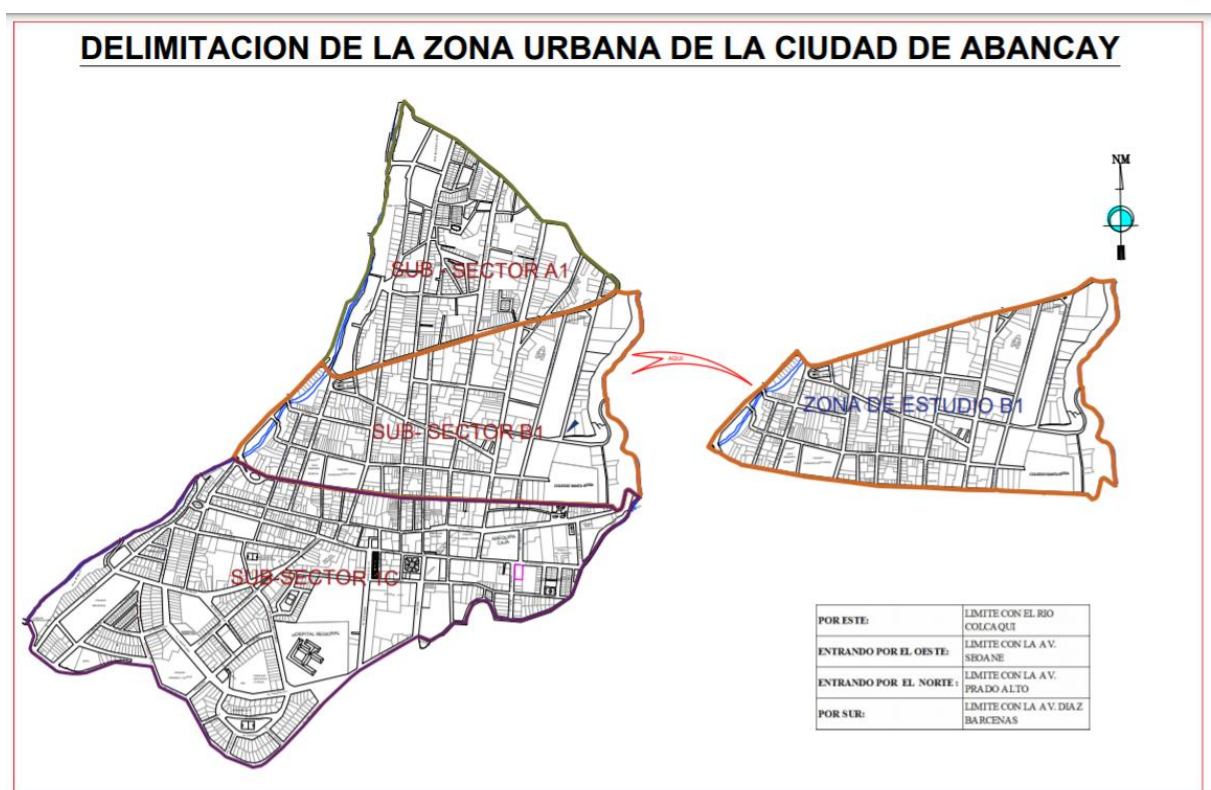
- Determinar la diferencia del ahorro en tiempo al emplear encofrado convencional comparado al encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019
- Determinar la diferencia del ahorro de costos al emplear encofrado convencional comparado al encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019
- Determinar la diferencia de la calidad de la superficie en los elementos estructurales resultante del encofrado convencional comparado con un encofrado metálico de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Espacial

El estudio está ubicado en el departamento de Apurímac, en el casco urbano de la ciudad de Abancay capital del departamento, cuyos límites son: por el norte con la Av. Prado Alto, por el sur con la Av. Díaz bárcenas, por el este Rio Colcaque y por el Oeste con el rio Chinchichaca de acuerdo al plano:

Figura 1: Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Abancay 2012-2021



1.5.2. Temporal

La investigación se desarrolló en el año 2019 durante el periodo de ejecución de las viviendas autoconstruidas.

1.5.3. Social

El estudio desarrollado, corresponde al grupo de familias propietarias de las viviendas autoconstruidas, por lo tanto, nos brindaron las facilidades para poder

realizar la investigación, donde utilizaron diferentes tipos de encofrados, especialmente los tradicionales de madera y los encofrados metálicos

1.5.4. Conceptual

En el estudio que se realizó, se consideraron aspectos puntuales para el análisis de la eficiencia al utilizar encofrados convencionales y encofrado metálico en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado. Los marcos teóricos conceptuales fueron extraídos de fuentes especializadas como textos de la carrera profesional de ingeniería, investigaciones, artículos científicos, normas técnicas peruanas y otros que se vinculan a la ingeniería civil.

1.6. Viabilidad de la investigación

La investigación es viable en todos sus procesos, se contó con la logística correspondiente para recoger la información pertinente. Además, se contó con el apoyo de profesionales entendidos en la materia de estudio, los gastos que ocasionaron la investigación fueron cubiertos sin ninguna dificultad, además se contó con el apoyo de las unidades de análisis que brindaron información relevante y oportuna.

1.7. Limitaciones

En el proceso de la investigación se encontraron algunas limitaciones que gradualmente se fueron superando.

No se contó con la disponibilidad inmediata al utilizar el encofrado metálico, porque no había una empresa proveedora en la Ciudad de Abancay.

En cuanto a las dimensiones de la sección de los encofrados metálicos son estándares lo cual nos limitaron a tener diferentes secciones.

Existen indagaciones sobre los sistemas de encofrados convencionales y metálicos estos se presentan en forma resumida sin haber profundizado el tema.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Besomi, M. (2009). *Comparacion técnica y económica entre moldajes auto trepantes y otros tipos de moldajes especializados para su uso en construccion de edificios*, La tesis tiene por objetivo general investigar la utilizacion de un tipo de moldaje, como solucion tecnica con la finalidad de acelerar las actividades de construccion en edificios de hormigon. La metodologia que se uso para desarrollar este proyecto de investigacion es la recopilacion de informacion y los diferentes antecedentes tecnicos y visitas a las empresas que presten servicios de encofrados de este modo obteniendo los precios de venta o alquiler, obtención de los rendimientos, empleando estos resultados obtenidos de realizar una comparación técnica y una evaluación económica que acceda comparar moldajes auto trepantes con otros tipos de moldajes. En conclusión, el sistema Auto trepante es más rápido en cuanto a la construcción en los muros con los moldajes tradicionales

industrializados y trepantes que se utilizaba con madera. El cual conserva un alto nivel de calidad, en cuanto a su costo por m^2 es mayor.

Ayala, R. Chimbo, C. & Yaguana, D. (2010). El objetivo general de la tesis es obtener la clasificación, utilización e importancia del encofrado. La investigación llego a las principales conclusiones: Conocer lo importante de la utilización, clasificación e importancia de los encofrados como elemento temporal en la construcción. El invento de los encofrados, hizo que el hormigón sea indefinido. La cantidad de usos del encofrado es importante para elegir el tipo de sistema a utilizar. El desencofrado de los fondos y los apuntalamientos, depende de endurecimiento del hormigón, en el que influye el tipo de cemento y la temperatura del medio ambiente. Los encofrados deben soportar cargas vivas y cargas muertas, sin producir ningún tipo de deformaciones y colapso.

Herrera, A. Moreno, J. & Robles, N. (2014). *Diagnóstico del empleo en los encofrados en elementos estructurales de concreto para los distintos tipos de edificaciones en la zona oriental del salvado* (tesis pregrado). El objetivo de la tesis es diagnosticar el diseño, cálculo y construcción de los encofrados que son utilizados para el moldeado y confinamiento de las estructuras de concreto en la zona oriental. La población son 43 permisos de construcción estos datos que fueron proporcionados por la alcaldía de San Miguel. La muestra calculada de los datos estadísticos es de 27 muestras. Del marco metodológico de manera secuencial fueron las siguientes; entrevistas, investigación bibliográfica, visitas de campo, la metodología aplicada es de tipo exploratorio, la hipótesis principal es la construcción y diseño de los diferentes encofrados de madera el cual resulten más económico y eficiente en las edificaciones de uno a dos niveles y en elementos de concreto que no son estructuras. Conclusiones: En el resultado obtenido, en cuanto a la elaboración de encofrados se

realiza de manera empírica en un porcentaje bastante alto, por ende, no se emplea un diseño de encofrados. Se observó también que en casi todos los proyectos no se realizan planos de taller de encofrados, solamente utilizan los planos estructurales por lo que se genera confusión al momento de instalar los encofrados. Los encofrados verticales están sujetos a presentar fallas en el molde o en la misma estructura debido a la presión que se ejerce en el inferior del molde, generalmente se ejerce en las columnas. Se deberá conocer las propiedades mecánicas de los diferentes materiales de nuestro medio para realizar un diseño y una elaboración confiable. Cuando se tenga el diseño del encofrado, se calculará el material para realizar los moldes, teniendo en cuenta el sistema de encofrado a utilizar y las divisiones de los refuerzos ya estudiados anteriormente, luego se cuantificará el costo del encofrado y se elegirá el más eficiente de acuerdo a la magnitud del proyecto.

Leon, G. (2016). *Análisis comparativo entre el sistema industrializado empleado en la constructora urbana MB SAS con un sistema convencional, para determinar las ventajas y desventajas obtenidas para la compañía*(tesis de pregrado). El objetivo de la tesis es:comparar entre el sistema industrializado utilizado en la constructora urbana mb sas con un sistema convencional, para determinar las diferentes ventajas y desventajas que se otuvieron en la compañía. La metodología empleada en la tesis al inicio fue la de realizar una investigación de trabajos o informes relacionados al tema adaptándolos y adquiriendo mayores conocimientos acerca del tema. Luego realizará un análisis de precios unitarios del sistema convencional de la investigación buscada, se realizó estimados para determinar el tiempo de ejecución acerca de la información encontrada y el tiempo obtenido en obra partiendo estos de los rendimientos encontrados en la construdata y la mano de obra obtenidos de los sueldos aproximados. Para finalizar se ara un cuadro comparativo de los resultados

de este modo para dar las conclusiones adecuadas. La metodología: Descriptivo, conclusiones: Esta investigación presenta gran ventaja en el sistema convencional por lo que la mano de obra es mucho mas económica, la variedad de costo en este sistema no es muy evidente debido a la poca experiencia de la empresa en la construcción de sistemas industrializados. El sistema industrializado tiene una gran ventaja respecto al sistema convencional en cuanto a los tiempos de ejecución de obras, la mano de obra en el sistema industrializado es mucho más económica. La empresa cuando obtenga experiencia en la ejecución de este tipo de sistemas industrializados el tiempo de ejecución se reducirá de manera significativa.

Andres, O. (2015-2016). *Analisis comparativo del costo y tiempo de construccion de una vivienda de dos plantas tipo clase baja utilizando el sistema constructivo no convencional hormigon y el sistema constructivo tradicional*(tesis de pregrado). El objetivo Principal es la de comparar costos y tiempo en la construccion de las viviendas con el sistema no convencional hormigeneral es: Comparar el costo y tiempo en la construcción de una vivienda con el sistema no convencional hormi2 y el sistema constructivo tradicional. El trabajo de investigación se concluyó con lo siguiente: El trabajo realizado se investigó sobre un sistema de construcción alternativo y se realizó la comparación con el sistema tradicional, para definir parámetros de comparación con respecto al tiempo y costo, y así ver cuál de ambos es más factible y conveniente de ejecutar una vivienda. Para poder realizar la comparación se presupuestó y se calculó el tiempo para la ejecución de una vivienda con el sistema tradicional.

Báez, J. (2016). *Análisis de las legislaciones de cimbras en materia de prevención en reino unido, España y república dominicana* (tesis de maestría). El objetivo general es la de: analizar las legislaciones que existen en los siguientes

países: Reino Unido, España y República Dominicana, en prevención de salud y se la seguridad y salud en los procesos de remoción y montaje de las cimbras. Conclusiones: Se concluyó que las legislaciones de los diferentes países en estudio se basan en medidas de prevención los que son andamios, encofrados y elevadores, el cual genera así la necesidad de establecer los reglamentos específicos sobre las medidas de prevención con respecto a las cimbras.

Díaz, M. & Abreu, P. (2017). *Análisis comparativos de factibilidad entre sistema de construcción con formaletas metálicas vs método construcción de mampostería armada* (tesis de pregrado). El objetivo de la tesis es la de realizar un análisis comparativo de la factibilidad respecto al sistema de construcción con mampostería armada vs formaletas, en donde se tomó como referencia los modelos del proyecto La nueva barquita, la finalidad fue la de tener criterios de selección del sistema más adecuado en cuanto a la rentabilidad. El tipo de investigación es descriptiva, explicativa, exploratoria. Conclusiones: Las formaletas metálicas nos permiten acelerar los procesos constructivos y a su vez resulta mucho práctico al momento del armado, los módulos prefabricados y la instalación en la construcción la hace un proceso mucho más fácil de transportar, el resultado que se obtuvo fue un mejor rendimiento en cuanto a la mano de obra.

1.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Gordillo, C. & Lázaro, R. (2014). *Comparación entre el sistema convencional de encofrado y las plataformas intermedias de trabajo; caso: estación presbítero maestro* (tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porras de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú. El objetivo del investigador fue el uso alternativo de encofrados que no limiten las actividades productivas, como solución para

disminuir tiempos de ejecución en diferentes obras civiles. Para realizar el estudio primero se hizo una inspección de campo en la estación presbítero maestro – tren eléctrico línea 1 de este modo para procesar datos obtener ratios y rendimiento del procedimiento constructivo del sistema a usar, también se realizó el contacto con las empresas que hacen alquileres de los sistemas de encofrado (ULMA) este con el fin de obtener precios de alquiler de este modo para usar en la propuesta económica y recopilar la información técnica necesaria de este modo para hacer la comparación. La metodología usada fue Descriptiva, correlacional, la hipótesis: Reducción de tiempos de construcción por el uso de nuevas técnicas constructivas. De las conclusiones: Con el avance de la tecnología la construcción ha crecido considerablemente en los últimos años. En el mercado se hace más exigente, competitivo. Por lo cual se vienen implementando sistemas satisfactorios de encofrados. Con este sistema se propone realizar las actividades a menor tiempo, y mejorando la calidad del hormigón en el acabado, por lo que reduce los precios de los acabados.

Oribe, Y. (2014). *Análisis de Costos y Eficiencia del Empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de Lima* (tesis de pregrado). De la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. La tesis tuvo por objetivo principal determinar qué tan eficiente y costoso es el sistema de encofrado metálico en comparación con el encofrado convencional en las construcciones de los edificios de la ciudad de Lima. El encofrado metálico resulta rentable y eficiente que el uso de los encofrados convencionales. Conclusiones: el uso del encofrado metálico apresura los procesos constructivos en comparación con los encofrados convencionales, por lo que se mantiene un nivel alto de calidad, su implementación en la ejecución.

Castañeda, J. & López, 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 de pregrado). Universidad San Martín de Porras de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú. El objetivo principal es la de comparar la eficiencia entre el encofrado metálico y aluminio, la metodología usada es Cuantitativa, comparativa retrospectivo. La hipótesis: El encofrado metálico es mucho mejor que el encofrado de aluminio para viviendas de interés social en el Condominio Ciudad Verde – Puente Piedra – Lima. El conjunto residencial se encuentra dividido en dos fases, la fase I consta de 448 departamentos 9 torres y 2 zonas comunes la fase II consta de 468 departamentos, 7 torres y 0 zonas comunes los datos se desarrollaron y se analizaron dentro de la fase I. Para el análisis comparativo se trabajó con encuestas semi estructuradas en base a preguntas cerradas, valores dicotómicos estas dirigidas al área de cotizaciones y presupuestos de las diferentes empresas proveedoras de los sistemas de encofrados. Conclusión: En el siguiente trabajo de investigación se concluyó en lo siguiente; el sistema de encofrado de aluminio es más eficiente con respecto al encofrado metálico en un porcentaje de 29%, desde el análisis de costo, calidad y tiempo.

Laura, T. (2016). *Diseño de sistema de encofrados en la provincia de Angaraes – Huancavelica* (tesis de pregrado), Universidad Nacional de Huancavelica, Lircay, Huancavelica. Objetivo: es la de determinar un diseño adecuado sistemas de encofrados en los elementos que conforman la estructura en edificaciones. La metodología que se usó fue descriptiva de investigación pura, la hipótesis: el diseño garantiza el adecuado sistema de encofrado en los diferentes elementos estructurales en la edificación en el distrito de Lircay. Conclusión: el diseño del encofrado metálico

es más costoso en un principio, pero a largo plazo es muy rentable, y su uso es más veces en comparación con el encofrado convencional.

Heredia, H. (2017). *Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial "Open Plaza Huancayo"* (tesis de pregrado), Universidad Continental, Huancayo, Perú. El objetivo principal de esta tesis es la de determinar la eficiencia de la ejecución tradicional y el industrializado en la partida de estructuras como son: losas de entrepiso centro comercial Open Plaza Huancayo. La eficiencia se determinó en base al costo, tiempo de ejecución, calidad, la tesis concluye como resultado que el producto industrializado es una alternativa de menor costo, que va en prontitud a la ejecución y la viabilidad, fabricados bajo normas y controles de calidad, el cual llega a la siguiente. Conclusión: concluye como resultado que el producto industrializado es una alternativa de bajo costo y que acelera la ejecución y la viabilidad, fabricados bajo normas y controles de calidad.

Pinao, E. (2011). *Aplicación de encofrados deslizantes en estructuras verticales* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. El objetivo de este trabajo de investigación es la de aplicar encofrados deslizantes a las diferentes estructuras verticales, analizando las ventajas y desventajas en sistemas de encofrados convencionales y evaluando su aporte a la construcción, en cuanto a la calidad de las diferentes obras, su aumento de la productividad y la reducción de costos. Conclusiones: La altura mínima resulta rentable construir estructuras celulares tipo silos, reservorios elevados y chimeneas, comparando la aplicación de los encofrados deslizantes con los encofrados metálicos.

Neumann, G. (2017). *Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas* (tesis de pregrado), Universidad Privada del Norte de la Facultad de Ingeniería, Cajamarca, Perú. Objetivo: determinar la eficiencia y los costos del encofrado de plástico en vigas y columnas. La hipótesis planteada es los diferentes costos de encofrado de plástico en los elementos estructurales a porticados disminuye en un porcentaje de 15 %, y la eficiencia es mayor con respecto a los encofrados tradicionales. La muestra se eligió por conveniencia por lo que se decidió estudiar la escuela técnica PNP. En este trabajo de investigación se concluye que con respecto a los costos unitarios de encofrados de columnas son de S/. 62.51 y para vigas es de s/. 56.91 lo que contradice la hipótesis con respecto al costo. En cuanto al tiempo se observa disminuir con encofrado de madera en un tiempo de 34.83 días y con encofrado de plástico de 20.06 días de plástico, por último, en la comparación de los rendimientos promedios establecidos para cada tipo de encofrado tenemos que el de madera es más bajo en comparación con el encofrado de plástico.

Lazo, 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* (tesis de pregrado), Universidad Continental de la Facultad de Ingeniería, Huancayo, Perú. El objetivo principal es determinar la aplicación de la influencia en un sistema de encofrado con deslizamiento horizontal en el centro comercial Open Plaza Huancayo en la etapa de la estructura. La metodología aplicada es el método analítico, de tipo aplicada, de nivel descriptivo con un diseño de investigación transversal. La hipótesis, la influencia es favorable, porque el costo y el plazo del procedimiento constructivo disminuyen mientras que la producción se aumenta con la utilización del sistema de encofrado con deslizamiento horizontal en la construcción del Centro Comercial Open Plaza Huancayo. La

población considerada fue el centro comercial Open Plaza Huancayo que cuenta con 30,101.86 m^2 las conclusiones: La influencia de la aplicación del sistema de encofrados con desplazamiento horizontal en la construcción resulta una forma más efectiva con menos costo y también la ejecución en menos tiempo de lo estipulado. Sujeto contexto el problema las necesidades el producto.

Espinoza, I. & Guerra, F. (2018). *Análisis comparativo de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares* (tesis de pregrado), Universidad San Martín de Porras de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. El objetivo es determinar la diferencia de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares. En este trabajo de investigación se realizó un análisis el cual comprende de cuatro edificios multifamiliares, en la que se tomó como muestra la partida de la losa aligerada, realizando la comparación entre los dos sistemas en una misma edificación. En el cual los resultados obtenidos fueron de manera favorable para el sistema de losa aligerada con viguetas prefabricadas de alma abierta, el cual demostró un ahorro de 8% con respecto al sistema convencional; seguidamente se procedió a analizar esta incidencia con el t- student, con un 95% de asertividad, por lo que valió la información presentada, la hipótesis planteada fue con la aplicación de viguetas prefabricadas de alma abierta se disminuye significativamente el costo de losas aligeradas en edificios multifamiliares, el estudio es un tipo aplicado, de nivel descriptivo, según el estudio es observacional la cual no se admite ninguna manipulación deliberada, por el número de mediciones es transversal, para la discusión el principal propósito es brindar para dar a conocer cuánto disminuye el costo de losa aligerada, con un ahorro de 10.51% al usar viguetas prefabricadas, concluyendo este que cuesta 13% más que el proyecto con concreto

vaciado in situ, y se vuelve a afirmar que en el análisis menciona un ahorro de 8% y 12% del costo de fabricación de losa promediando de estos cuadros casos de obtuvo un ahorro del 10.51%

Arce, J. (2018). *Nivel de productividad en el encofrado y vaciado de concreto armado empleando encofrados metálicos y auto hormigoneras, respectivamente, en la obra: reconstrucción y equipamiento de la I.E.P. Santa Inés – Yungay – Ancash, 2016*(tesis de pregrado), Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Ancash, Perú. Objetivo es la de determinar el nivel de eficiencia y productividad en el sistema de encofrado y vaciado de concreto armado empleando encofrados metálicos y Auto Hormigoneras, respectivamente, en la obra. La Hipótesis: los diferentes niveles de productividad en el vaciado y encofrado alcanzan valores de eficiencia al emplear encofrados metálicos y Auto Hormigoneras, el diseño del trabajo de investigación es no experimental con datos longitudinales de informes diarios de los maestros de campo y las transversales del expediente técnico, con enfoque cuantitativo, Las conclusiones: los encofrados metálicos, no tuvo la preponderancia como para poder obtener niveles de Productividad en el encofrado de todos los diferentes elementos estructurales.

Arapa, M. & Maldonado, L. (2019). *Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del cusco – 2017* (tesis de pregrado). Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú. El objetivo de este trabajo de investigación es la de comparar la eficiencia del sistema de encofrados metálicos en comparación con el encofrado de madera, en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco – 2017. La tesis concluye con que el encofrado metálico, es un método práctico y novedoso, por lo que permite apresurar el proceso constructivo, el cual se logra una mayor rentabilidad

en proyectos de grandes envergaduras como los diferentes elementos estructurales similares. Reduciendo el costo hora hombre y lo más importante el tiempo de ejecución. El sistema de encofrado convencional es eficiente y económico para construcciones de pequeñas magnitudes, porque están compuestas de diferentes geometrías y se puede obtener los materiales que lo componen.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Encofrados

a) Conceptos

Los encofrados son moldes ya sean estos temporales o permanentes de acuerdo a lo que se requiera son utilizadas para darle forma al concreto en grandes superficies y estructuras sencillas. También se define como la actividad crítica en la ejecución de las construcciones de obras civiles pueden ser de madera o acero, su función principal es de recibir cargas al momento del vaciado y durante su fraguado del elemento estructural.

Los encofrados también se pueden definir como: un grupo de elementos en donde cada uno sirve para contener la masa del concreto también a estas se les denomina como formaletas, moldes o cimbras.

Con el uso del encofrado esta nos permite tener una estructura que tenga las perfiles, alineamientos, niveles y dimensiones tal como indican en los planos y especificaciones técnicas respectivamente.

b) Tipos de encofrado

Es muy importante tener en cuenta 3 factores de suma importancia:

- Su posición en la obra

- El tipo de material del mismo
- Las técnicas del sistema constructivo

De acuerdo a ello se define en 2 tipos de encofrados:

Encofrados horizontales: son aquellos que forman parte del vaciado como son; vigas, losas, u otro elemento estructural debido a que están apoyadas encima de estructuras verticales como son los (*puntales*) debido a que su función principal es la de soportar cargas.

Encofrados verticales: Son aquellos que se emplean en la construcción pilares y/o muros rectos o curvos in situ ya sea en una edificación o cualquier obra civil

1.2.2. Encofrado metálico

Castañeda & López (2015) esta definida como un conjunto de paneles metálicos que están unidos a bastidores (barras metálicas) estas aportan a la conservación de su forma que tiene y su resistencia a la flexión. Los encofrados metálicos nos han aportado diferentes soluciones en donde se han conseguido múltiples rendimientos altos y la alta durabilidad, generalmente son de tipo modular, son fáciles de manejar y nos garantiza una superficie pareja.

Por otro lado, la necesidad de adquirir materiales, también existe una gran necesidad de cuidar y proteger los bosques.

Escobar (1983) el encofrado metálico es aplicable preferiblemente en aquellas obras donde abundan elementos de un mismo tipo, como es el caso de columnas,

vigas, y combinado con madera en losas. En los elementos prefabricados es de gran utilización por sus ventajas y características.

a) Ventajas y desventajas del encofrado metálico

Ventajas

- Por su naturaleza, cada uno de sus componentes sirven para definir al elemento y brindarle la forma proyectada y si de otro modo no pudiera aprovecharse, por algún caso excepcional, en otro elemento distinto.
- Se cuenta con la facilidad y se aprovecha el tiempo en el encofrado como en el desencofrado.
- En las operaciones del encofrado, desencofrado, aplomado son acelerados y accesibles.
- Otra de las ventajas es la que se consigue de la bondad de los parámetros. Que quiere decir que los acabados dan por resultado acabados lisos.
- Es de fácil unión mediante un cerrojo, que está compuesta por bulón y cuña imperdible entre ellas.

Desventajas del Encofrado Metálico.

- Tiene un costo alto el de adquisición.
- No se puede adaptar a todo tipo debido a que estas vienen con secciones estándares.

- Tiene una forma exclusiva de adaptabilidad.
- Cuando ya se ha realizado el vaciado se debe evitar mover la armadura debido a que esta produce grietas en el concreto.
- Se debe usar algún aditivo debido a que este sistema de encofrado e tiene que utilizar algún aditivo porque este sistema no adsorbe humedad.

b) Características del encofrado metálico.

Es caracterizado por la versatilidad, El encofrado metálico presenta características físicas y funcionales por lo que se menciona a continuación:

Características físicas del encofrado metálico.

Las partes del encofrado metálico son muy resistentes a la corrosión, a los esfuerzos de compresión y tensión respectivamente, el cual soporta la presión máxima de $5,85 \text{ kg/m}^2$ del vaciado a una altura de 2.4 m.

El tamaño y peso, de 1 m^2 de un elemento de encofrado es de 35 kg aproximadamente, lo cual facilita la mano de obra es decir un solo operario puede manipular con facilidad los paneles y accesorios que correspondan para realizar el encofrado.

Características funcionales del encofrado metálico.

Las características son:

- Tiene un acabado texturado y liso.

- La formaleta metálica es Modular y versátil.
- Su instalación es fácil y práctico, por lo que la intervención de mano de obra es mínima.
- Se acondiciona a las necesidades de las obras.
- Tiene en desempeño para ambos sentidos tanto el sentido horizontal como también el vertical.
- Tiene una facilidad de transportar.
- Posee un tiempo útil ilimitado de sus piezas ya que no se deforman ni se deterioran con su uso.
- El plomado y nivelado se obtiene con facilidad.

1.2.2.1. Materiales para el sistema de encofrado metálico.

Anteriormente para realizar el encofrado metálico era de difícil adquisición por el tema del costo, entonces la más usada era la madera,

Los materiales son los siguientes:

- **Acero.** En la rama de la metalúrgica la cual se especializa en producir acero se le llama también la siderurgia. Es la aleación de hierro y carbono que cuentan con un porcentaje variable entre el 0.08% y el 2% en masa de su composición. Existen aceros especiales que están compuestos por pequeñas porciones níquel, titanio, cromo y que son caracterizados por tener resistencia, pero esto no ocurre con el hierro.

Para los encofrados el acero forma una pequeña parte, se encuentran por medio de alambres galvanizados y clavos, esto hace que el encofrado sea estable, manteniendo la fijación así evitando que sufra deformaciones de cómo se presenta en su forma original.

- **Aluminio.**

El aluminio es un metal que abunda en la corteza terrestre sin embargo no se encuentra en su estado puro en la naturaleza.

Presenta poca resistencia mecánica, puede formar aleaciones con otros metales para de esta manera aumentar su resistencia y poder adquirir propiedades útiles. Este metal presenta una combinación en la cual lo hacen de provecho sobre todo en la ingeniería de materiales, tiene una *densidad* (2700 kg/m^3) y cuenta con *alta resistencia a la corrosión*.

c) Elementos del encofrado metálico.

Los elementos de los encofrados metálicos son los que describiremos a continuación:

- Paneles o tableros modulares, estos elementos forman parte de cada cara del encofrado, estructuralmente cada uno se basta sin requerir de algún esfuerzo externo. Las dimensiones de las formaletas son:
- Espesores: 12,15,18 mm.
- Anchos: 25, 50, 75 y 90 cm.
- Alturas 0.6 (2"), 1.2 (4"), 2.4 (8") y 3 (10").

- Aplomadores o parales, este elemento cumple la función de aplomar.
- Cunas o chavetas, son aquellos elementos que están encargados de unir los lados de los encofrados.
- Angulares, su función principal es la de unir en las esquinas de los paneles en donde forman un ángulo de 90 grados.
- Rinconera o esquinero interno, son elementos, su función principal es la de unir la formaleta.
- Grapas, chapetas o sapitos, son accesorios que sirven para unir diversos elementos entre ellos: tenemos a los tableros, rinconeras y ángulos, el cual garantiza la unión entre los mismos y también un cierre cual garantiza un acabado excelente en la estructura.
- Tapas muro, son laminas utilizadas para cerrar los muros, antepechos y dinteles en la estructura.
- Distanciadores, Tie o Corbata, nos determina el espesor en los diferentes muros, pantallas o columnas.
- Pin de Anclaje, es usada para definir el distanciamiento de los diferentes tableros, rinconeras y ángulos, donde nos garantiza la unión perfectamente entre ellos y al mismo tiempo proporcionando un acabado perfecto en la superficie del elemento estructural.
- Tensor, el tensor es un accesorio que es usada para amarrar el alineador a los tableros, de esta manera obtener un alineamiento exacto en el encofrado a lo alto y largo.

- Tubo o saca pines, colocado juntamente con la grapa y el pin se utiliza como una palanca que nos da la facilidad en el procedimiento del armado ya sean de paneles y tableros.
- Uña, la función de la uña es para brindar el alineamiento de las bandas laterales de diversos tableros, rinconeras, tapa muros y ángulos entre sí.
- Martillo Extractor o Saca Corbatas, Su función de este accesorio es la de sacar los distintos distanciadores de la estructura del concreto.
- Pin de fijación y Tuerca Golilla, cumple dos veces su propósito están pueden ser usadas para reemplazar las corbatas planas por las que se recuperan o también se puede utilizar en la columna ajustando para juntar los vértices. Las longitudes van de una longitud de 10 cm hasta 90 cm, con diámetros de 12mm hasta un 21mm.

d) Tipos de encofrados metálicos

Los encofrados en diferentes elementos estructurales como son columnas y vigas, le dan la forma deseada al concreto fresco y este molde lo contiene hasta su fraguado.

Al usar los encofrados modulares en columnas estas aportan la estabilidad, la forma correcta de colocación en donde cumplen la función de protección de las variaciones de la temperatura o de posibles golpes.

Mantenimiento y almacenamiento

Escobar (1983) cada elemento está constituido por hierro y lámina asegurada, por lo tanto, no se produce desgaste durante su uso. Debido a esto su mantenimiento

no es costoso ni complicado, basta con limpiar bien cada pieza e impregnarla de algún material desencofrante (aceite-petróleo) después de cada desencofrado. Cuando es necesario revestirlo de pintura anticorrosiva para evitar oxidación en las piezas. Su almacenamiento se debe hacer en sitios cubiertos para protegerlos de la intemperie, organizándolos de acuerdo a codificación establecida en cada obra o de acuerdo a la ocupación de cada elemento.

Desencofrado de encofrados metálicos

Una vez realizado el vaciado del concreto inicia el fraguado luego se proceda con el desmontaje del encofrado.

Esta acción se realiza con un martillo extractor se desencofra, teniendo ya fraguado totalmente este procede a sacar los separadores con el martillo extractor. Se debe enganchar el martillo extractor al orificio con el pin colocado en el costado del mismo, teniendo ya enganchado se comprime el martillo al máximo y esta se saca con un golpe seco. Del mismo modo se procede las veces que se requieran.

e) Empresas proveedoras del encofrado metálico

Existen una gran variedad de encofrados metálicos, así como también empresas que las proveen para distintas obras civiles, por las que las mencionaremos a continuación algunas de ellas:

- Sermaqui, es una empresa especializada en soluciones de encofrado y andamios para la industria de la construcción. Creada para ofrecer a sus socios estratégicos, soluciones de apoyo que permitan cumplir sus requerimientos en cantidad, calidad y tiempo justo.
- Forsa, es una compañía que ofrece soluciones integrales con diferentes sistemas de encofrados (cimbras/moldajes/formaletas), sistemas de andamios multidireccionales y soluciones especiales de ingeniería, para

la construcción de edificaciones y obras de infraestructura en más de 30 países donde hacemos presencia

- Ulma, es una empresa de excelente selección de sistemas de encofrado, en su construcción tiene diversos tipos de estructuras de concreto armado como: pilares, muros, puntales y losas, sus encofrados son trepantes de alta tecnología, vigas de madera y tablero, sistema de encofrados de túneles y puentes de gran flexibilidad y una amplia gama de equipos de seguridad.
- Peri, Los encofrados PERI son versátiles y fáciles de usar. Tienen la propiedad de adaptarse a cualquier tipo de estructura compleja. Nuestro portafolio de encofrados tiene la solución para cualquier proyecto de ingeniería.
- Teca, cuenta con una amplia experiencia atendiendo diversas obras de construcción y brindándole a cada proyecto un valor significativo a través de sus soluciones técnicas y sostenibles; en encofrado, andamios y elementos de seguridad.
- Alsina, Alsina dispone de una amplia gama de sistemas de encofrados trepantes, diseñados para facilitar la ejecución segura de elementos verticales en altura, tales como pilas de puentes, pilones, presas, depósitos, digestores, etc.
- Cofresa (cofres metálicos), “es una empresa familiar que lleva en la industria de la fabricación de encofrados desde 1963, ofreciendo una amplia gama de encofrados altamente diferenciados y competitivos, que a día de hoy se encuentran introducidos en una variedad de países con buena aceptación.

f) Costo de los encofrados metálicos

El sistema de encofrado metálico se basa en los diferentes elementos estructurales de concreto armado, ésta puede llegar a costar aún más caro que el concreto o acero de las distintas armaduras, aun haciendo la suma de ambos. Por lo que se ve por conveniente analizar de este modo para poder depreciar esta importante inversión. Cualquier proyecto para ejecutar afronta el problema económico, de este modo designar a distintas opciones, de tal modo el lucro sea al máximo, antes de poder adquirir se debe estudiar los costos para de esta manera optar por cualquier sistema de encofrado, para los encofrados convencionales requieren un especialista (un carpintero) para la habilitación y posterior armado teniendo en cuenta que este material solo tiene de 4 a 5 usos, se debe tener cuidado en esto debido a que si se excede este podría sufrir daños como son los alabeos (torcedura, abarquillamiento, encorvadura y arqueadora), esto surge por el uso inadecuado proceso del clavado también al proceso del secado de la madera esto es respecto al encofrado convencional.

En cuanto a los encofrados metálicos, si bien es cierto el costo inicial al momento de adquirirlos es demasiado la ventaja particular que tiene esta es que se puede reutilizarse de 100 a 300 veces.

Evidentemente el costo es menor que presenta el encofrado convencional con respecto al encofrado metálico la diferencia es que se justifica por la cantidad de veces que esta se utiliza.

1.2.3. Encofrado convencional

Son revestimientos, generalmente realizados insitu, son utilizadas las láminas de madera aglomerada o contrachapada o también las tablas de madera tradicional la más utilizada como es el (tornillo). La instalación es muy práctico y fácil para realizar, pero su armado toma tiempo, estas para los casos que son considerables. Es recomendable para obras pequeñas, debido a que la mano de obra es económica. Ofrece también ventajas donde se necesite peso reducido de moldes.

Tiene alta adherencia con el concreto, lo que merece un tratamiento especial de sus superficies con lacas, productos químicos etc.

a) Requisitos del encofrado convencional

El encofrado convencional debe de cumplir los diferentes requisitos que se mencionan a continuación:

- La madera debe ser muy resistente y liviana tiene un módulo de elasticidad que tenga la menor deformación posible.
- Debe evitarse utilizar madera muy seca, ya que al momento de tener contacto con el concreto fresco esta estaría sujeta a esponjarse.
- Evitar utilizar la madera húmeda, debido que al momento de secarse en obra puede deformarse y ofrecer menor resistencia.
- La madera no puede presentar defectos, como nudos y fendas el cual reduce a la resistencia.

b). Materiales para el sistema de encofrado convencional

Los materiales que son usados para el encofrado son:

- La madera

Es un recurso renovable, esta nos da múltiples ventajas que nos da enormes beneficios de esta manera favorece también al medio ambiente en los procesos de soporte al ecosistema de este modo no da garantías como materia prima de alto potencial físico, mecánico tanto estéticamente para la construcción.

c) Defectos de la estructura de la madera

Las anomalías que presenta la madera el cual altera su resistencia y su durabilidad es una deficiencia. Tenemos distintas anomalías de las diferentes maderas que estas afectan a su resistencia, durabilidad y apariencia. En cuanto a la falta que presenta la estructura de la madera son: inclinación de fibras, excentricidad del corazón, fibra torcida, rizos, corazón doble, madera seca, manchas, etc. Por lo que estos defectos de la madera dificultan el aserrado y el desenrollo por lo que incrementa una cuantía de desechos que esta afecta en la resistencia a flexión y tracción, que incrementa la desecación a lo largo de todas las fibras, por lo que provoca que el agua disminuya en su absorción y tenga agrietamiento.

d) Tratamiento de la madera

Existen ocasiones en que la madera se debilita, no es duradero y este se desgasta con mayor facilidad y estas son las razones:

- Cuando la madera es cálida, húmeda y se mantiene en una temperatura de ambiente, se deteriora con facilidad.

- Arapa & Maldonado (2019) la madera cuando se mantiene en contacto con la tierra, sufre diversas alteraciones que acaban por deteriorarla, por ello no cumplen con su objetivo al cual fue destinada. Así la madera que se usa en las construcciones de entarimados de edificio, estos están cubiertos así también de ese modo duran mucho más tiempo; existen casos en los cuales los árboles son lentos en su crecimiento y esto hace que se vuelvan más compactas. Según:

e) Curado de la madera

Las maderas extraídas y cortadas recientemente tienen un alto porcentaje de humedad.

Para el procedimiento de secado la madera elimina todo el agua libre y una proporción de agua que se encuentra en las paredes de las células. *A medida que el agua se va secando, la madera da por inicio el efecto de la contracción, esta se detiene al alcanzar el equilibrio de la humedad relativa de todo el entorno a esto se le denomina equilibrio higroscópico* (la capacidad de algunas sustancias de absorber humedad del medio circundante).

f) propiedades de la madera

Son las siguientes: dureza, resistencia, rigidez y densidad.

Las ventajas que posee son: docilidad, labra, poca densidad, belleza, calidad, resistencia mecánica y las propiedades tanto térmicas como acústicas.

La alta resistencia para los elementos estructurales como cimientos y soportes en construcción es esencial. Para estructuras como viguetas, travesaños y vigas de todo tipo, la resistencia a la flexión es fundamental en su ejecución (Arapa, &

Maldonado 2019). Entre las propiedades principales de acuerdo a lo que venimos estudiando se consideraron las siguientes propiedades

- La Humedad, se determina a la cantidad de H₂O que contiene, una buena madera no tiene por qué ser demasiada seca ni mucho menos húmeda, debido a que si es demasiado seca esta al momento de tener contacto con el agua se hincha de manera considerable y si es demasiada humedad baja su resistencia, el nivel óptimo de la humedad es un porcentaje de 18 a 22% ya que esto evita la proliferación de la presencia de hongos o dilatación el cual dañaría
- Contracción y dilatación contiene un alto contenido de humedad, al momento de evaporarse el agua, se generan presiones internas el cual daña la madera, si presenta dilatación daña los acabados, teniendo un aspecto físico con curvas y deflexiones indeseadas.
- Peso específico – La madera tiene un peso específico que varía según la luz solar y la época en la que ha sido extraída o cortada. Entre más densa sea la madera esta nos presenta buena resistencia a los esfuerzos al cual esta será sometida. El peso específico de la madera es de (850 Kg/m³).
- Durabilidad- La madera tiene una capacidad de resistir ataques a los hongos, el pudrimiento e insectos es muy variable el cual se le llama ataques y se denomina durabilidad natural. La madera también puede recibir tratamiento artificial mediante preservantes.

g) Características técnicas de la madera

- **Calidad de la madera**

La madera presenta imperfecciones como agujeros, nudos grietas, manchas, alabeos, bolsillos de resina, bolsillos de corteza. Estas imperfecciones se dan en cada especie por lo cual se evita controlar, de acuerdo al uso ya sea este de forma decorativa o estructural.

h) Clasificación general de la madera

En la naturaleza se encuentra diversas variedades de maderas, lo cual dependerá del tipo de árbol de acuerdo de donde provenga, por ejemplo, tenemos: maderas duras y blandas. A continuación, la siguiente numeración de maderas que son utilizadas en las construcciones:

- Maderas Duras, son de todos aquellos árboles que pierden las hojas en otoño, de toda esta gran variedad de árboles, solo 200 existen en cantidad suficiente y son lo bastante flexibles para la carpintería, estos son: Roble, Nogal, Cerezo, Encina, Olivo, Castaño, Olmo.
- Maderas Blandas, las suaves o blandas estas reciben el nombre a pesar de no ser más blanda o menos densas que las maderas duras. (Gonzales, 2017).El término se refiere más bien a que cuenta con características visuales, ellas tienen tonos más claros y usualmente más suaves, estos son: Pino, Abeto rojo, Abeto blanco, Chopo Blanco.

i) Clasificación de la madera de acuerdo al uso

- Maderas del grupo A, Este tipo de madera se recomienda para construcciones pesadas, en donde lo esencial es la resistencia y durabilidad.
- Maderas del grupo B, Este tipo de madera se recomienda para utilizar las piezas de las estructuras semipesadas.
- Maderas del grupo C, en este tipo pueden ser usadas como madera necesaria de construcción, donde combine facilidad y resistencia de trabajo con diferentes facilidades de trabajo (facilidad de corte, calado, clavado, montaje, etc).

j) maderas usadas en el Perú

Las maderas que más se usan en el Perú son las que se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 1: Relación de maderas usadas

Madera	N	%
<i>Caoba</i>	1	54.20%
<i>Roble</i>	7	36.80%
<i>Cedro</i>	1	51.40%
<i>Quinilla</i>	3	17.50%
<i>Estoraque</i>	3	16.00%
<i>Ishpingo</i>	5	25.50%
<i>Pino</i>	7	34.90%
<i>Cumala</i>	5	24.10%
<i>Cachimbo</i>	3	16.00%
<i>Huayo</i>	1	8.50%
<i>Pumaquiro</i>	1	7.10%
<i>Shihuahuaco</i>	2	9.40%
<i>Capirona</i>	4	20.30%
<i>Tornillo</i>	1	58.00%
<i>Tahuari</i>	2	12.30%
<i>Congona</i>	2	13.20%
<i>Lagarto</i>	2	11.30%

<i>Moena</i>	4	19.30%
<i>Catahua</i>	1	6.10%
<i>Otras</i>	4	1.90%
total	2	100%

Fuente: Sector construcción

De acuerdo a la tabla N° 01, la madera más usada en el sector de la construcción es el Tornillo con un 58%, luego le sigue la Caoba con un 54.20% y el cedro 51.40%.

De acuerdo a lo que se muestra, la madera más usada es el tornillo éste como material durante el proceso de construcción (encofrados). De acuerdo a las empresas que utilizan la madera ellos indican que debe ser usada 3 veces antes de ser eliminada.

- **Madera usada en Abancay**

Entre las maderas más usadas en nuestra ciudad de Abancay Tenemos:

Tornillo, *este material de madera es medianamente pesada, esta presenta contracciones lineales, media y contracción volumétrica estable. Presenta buena trabajabilidad y acabado apropiado para la producción de piezas estructurales en la construcción de viviendas, puertas y ventanas. Seca en forma rápida.*

Copaiba, *árbol de 20 a 30m de altura, de tronco recto. Su especie existe en cantidades regulares en la Amazonia del Perú, Se encuentra en los departamentos de Loreto y Ucayali.*

Se puede usar para lo que son las vigas, Columnas, Machihembrados, Muebles y objetos, torneados. También se utiliza en carpintería, Pisos, Revestimientos interiores, parquet. Por sus cualidades podría reemplazar al pino.

Eucalipto, Tiene gran resistencia, apta incluso para exteriores, pero al momento de trabajarlo tiene deficiencias. El árbol mide una altura de 70 m, con un diámetro de 1 a 1.5 m en nuestro país, generalmente supera los 30m de altura.

Se usa en postes de alumbrado, pies derechos, trozos para aserrados, pies derechos para armar encofrados de lozas, columnas vigas o cualquier otro elemento estructural, referente a la construcción civil.

k) Elementos del encofrado de madera

Según la *Norma Técnica Peruana 400.003 de andamios, definiciones y clasificación*, se determina los diferentes elementos tal como mencionamos a continuación: Arapa, V. & Maldonado, F. (2019).

- Tableros, paneles, formaletas, tableros o cajones, estos elementos tienen un contacto directo con el concreto fresco el cual les dan una figura a los diferentes elementos estructurales para lo que fueron instalados previamente. Pueden ser fabricados o elaborados de metal o plástico.
- Barrotes, se encuentran sujetos a la superficie de los tableros, la función principal que cumplen es la de rigidizar para evitar deformaciones tanto transversal como longitudinalmente. La separación que presentan estos elementos, se pone en función a presiones a la que están sometidas.
- Apuntalamiento, soporta los encofrados, los obreros y el concreto fresco que se encuentran en la parte superior superior. Los postes pueden ser de madera, aluminio o acero.

- Puntales, estos pueden ser de metal o madera, trabajan verticalmente. Su función es transmitir las cargas sobre una capa firme. Estas toleran fuerzas axiales, son usadas para diferentes elementos estructurales en especial para vigas y losas.
- Cabezales, son elementos horizontales su función es de soportar el encofrado de la viga. Este elemento con el pie derecho y las tornapuntas forman una pieza consistente de soporte del encofrado de acuerdo a la longitud de la viga.
- Pies derechos, son los que se encargan de soportar el peso del concreto. Son colocados generalmente de manera vertical con una inclinación máxima de 45°.
- Tornapuntas, es un elemento ya sea de material del metal o de la madera que es usada para estabilizar y aplomar las pantallas de encofrado.
- Soleras, son elementos de arriostre que están entre los pies derechos, por ello se debe que hacer un cálculo de dimensionamiento.

i) Recomendaciones para un buen encofrado convencional

- Los encofrados y sus demás elementos que lo conforman deberán soportar las cargas de elementos estructurales durante su construcción, deberán mantenerse en posición hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para que sean capaces de resistir posibles daños mecánicos.
- Si las temperaturas son normales. Los encofrados verticales se podrán retirarse (24 horas) después del vaciado del concreto.

- Los elementos del encofrado que soportan directamente el peso del concreto deben mantenerse durante un plazo de endurecimiento más largo, esto dependerá de diversos factores, tales como: tipo y tamaño de piezas, cargas previstas, características del concreto utilizado entre otros.
- Los apeos se deben ir retirando de forma que el elemento de concreto vaya entrando en carga gradualmente y de modo uniforme.
- En el proceso de desencofrado se recomienda mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante 12 horas, despegados del concreto y a unos 2 o 3 centímetros del mismo para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura de una de estas piezas al hacer desde gran altura.

1.2.4. Eficiencia

Según: Ibarra, J. (1774). En el diccionario de la lengua castellana que está compuesto por la real academia española, 2da edición del año de 1780, Define la eficiencia como: *la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir lo que queremos determinadamente.*

Según el diccionario, la eficiencia es *la óptima utilización de los recursos disponibles para así obtener los resultados deseados esta se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización.*

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

1.2.5. Elementos estructurales

Se le denomina como elemento estructural a las distintas partes en que se puede dividir una estructura atendiendo a su diseño. La función principal es la de soportar el peso de toda la construcción y otras fuerzas como son sismos, vientos, etc. Según Mexico, R. (2019)

1.2.6. Sistema aporticado

Son aquellas estructuras de concreto armado que son trabajadas con la misma dosificación columnas, vigas peraltadas, o chatas que están unidas en la zona de confinamiento donde forman un ángulo de 90° en el fondo parte superior y lados laterales, es el sistema de los edificios porticados, son los que soportan cargas muertas, ondas sísmicas por estar unidas como su nombre lo indica en el sistema aporticado o tradicional que consiste en el uso de columnas y vigas, principalmente. Torin, C. (2014).

Los elementos que conforman el sistema aporticado son: columnas y vigas.

Según: Reglamento Nacional de Edificaciones, (2006) lo define de la siguiente manera:

- Columna: es el elemento estructural en donde su función primordial es de transmitir las acciones de carga de la estructura al suelo de fundación.
- Viga: es el elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión.

1.2.7. Autoconstruidas

Se definía como un proceso constructivo mediante el cual una familia o un grupo de familias decían realizar construcciones de manera artesanal o industrial es decir construían viviendas sin ningún control de calidad.

1.2.8. Edificaciones

Se utiliza la denominación de edificación para describir a todas las construcciones que son realizadas artificialmente por la mano del hombre con distintos propósitos. Las edificaciones son obras en donde se planifican, diseñan posterior a ejecutar por el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas. Entre las edificaciones más comunes y difundidas son los edificios habitacionales, aunque además entran a estas otras edificaciones tales como los templos, los monumentos, los comercios, las construcciones de ingeniería, etc.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

HG: Tiene mayor eficiencia el encofrado metálico comparado con el encofrado convencional en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

3.1.2. Hipótesis Específico

HE1: Es mayor el ahorro del tiempo al emplear encofrado metálico comparado al encofrado convencional en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

HE2: Existe diferencia de costos al emplear encofrado metálico comparado con un encofrado convencional en los elementos estructurales de las edificaciones de

concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

HE3: Existe mejor calidad de la superficie de los elementos estructurales resultante del encofrado metálico comparado con un encofrado convencional de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

3.2. Método de la investigación

El método empleado es de enfoque cuantitativo y cualitativo o mixto, porque según los resultados obtenidos, estos fueron en cantidades numéricas (tiempo y costo) y cualidades (calidad de la superficie del elemento estructural) que permitieron medir la eficiencia del encofrado convencional y encofrado metálico.

En el lenguaje común al método se le considera como el camino que se utiliza para poder llevar a cabo una actividad y para este efecto es necesario contar con estrategias, técnicas, procedimientos, modos y formas.

Del estudio se consideró el método cuantitativo y cualitativo o mixto, al respecto, según: (Narváez, G. 2014). Manifiesta que: “El presente estudio reúne las condiciones metodológicas para ser cuantitativa y cualitativa o mixta, ya que esta investigación es una síntesis entre el análisis cualitativo y cuantitativo, que aporta conclusiones de carácter numérico, y de interpretación y análisis de información”.

De igual forma, respecto al método cuantitativo y cualitativo o mixto. Según: (Hernandez, R. 2014), indica que “la meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagaciones, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales”

3.3. Tipo de investigación

Este tipo de investigación es caracterizada por que busca la aplicación o utilización de los conocimientos que adquieren mediante conocimientos básicos ya dados. Según (Behar, D. 2008).

También se entiende como el uso de los conocimientos debido al bagaje de nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina estas son aplicados en la práctica. Lo afirma (Vargas, Z. 2009).

La investigación es de tipo aplicada debido a que contamos con conocimientos básicos y estos los aplicamos a la práctica.

3.4. Nivel o alcance de la investigación

La investigación según el alcance de investigación es de tipo correlacional en donde el investigador busca medir dos variables que son los encofrados convencionales y encofrado metálicos.

El nivel de la investigación correlacional es conocer la relación entre dos variables. Donde para medir el grado de asociación entre estas variables primeramente se mide cada una de estas y en seguida se cuantifican, analizan y establecen vinculaciones. Según (Hernandez, R. 2014).

El investigador desea visualizar de que manera se relacionan los diversos fenómenos entre sí o si por el contrario no tiene relación alguna entre ellos, lo primordial de este estudio es saber como se actúa una variable respecto a la otra. (Behar, D. 2008).

3.5. Diseño de la investigación

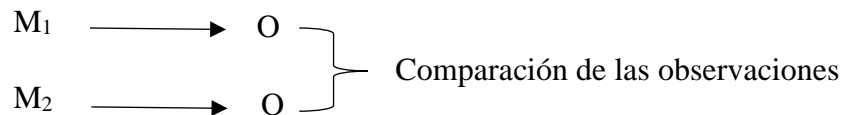
El diseño de investigación de la presente tesis es no experimental.

Según: Niño, V. (2011). Pág. (46), tipo de investigación en la que el investigador no controla o manipula las variables de investigación, sino que esta observa e interpreta para llegar a una conclusión.

Cabe precisar que un estudio de diseño no experimental conduce a realizar observaciones a las unidades en análisis. Al respecto. (Cortés, M. & Iglesias, M. 2004). Sobre el diseño no experimental precisa lo siguiente:

La investigación que se ha desarrollado, está relacionada al diseño no experimental, porque la información se ha recogido en un tiempo establecido y por única vez.

Esquema que explica el diseño:



Dónde: M_1 y M_2 son las muestras y “O” la observación a cada muestra.

3.6. Operacionalización de variables

3.6.1. Variable independiente

Tipo de encofrado

3.6.2. Variable dependiente

Eficiencia

Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente(X) Tipo de encofrado	• Encofrado convencional	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo: Horas(hr) • Costo: Soles(S/) • Calidad: Cualidad (liso, rugoso)
	• Encofrado metálico	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo: Horas(hr) • Costo: Soles(S/) • Calidad: Cualidad (liso, rugoso)
Variable dependiente (Y) Eficiencia	• Tiempo de instalación	Horas(hr)
	• Costo	Soles(S/)
	• Calidad de la superficie del elemento estructural	Liso Rugoso

Fuente 1: Elaboración propia

3.7. Población, muestra y muestreo

Población

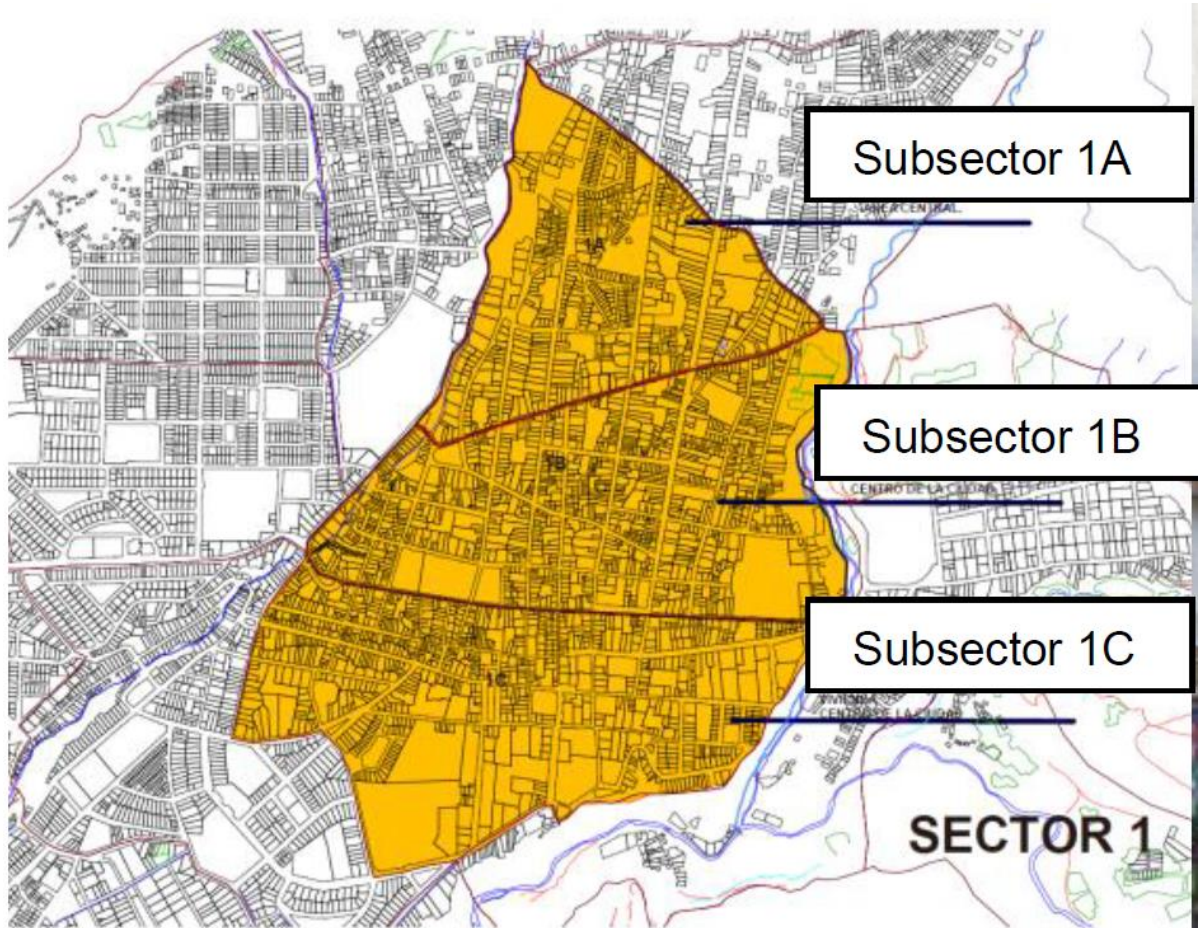
La población o llamada también Universo es la mayoría de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. Según; Hernandez, R. (2014). Pag(174)

Según: Behar, D. (2008). Pag(51). Indica también que la población es el conjunto definido por las necesidades.

Para brindar mayor confiabilidad en los resultados de la investigación se consideró como la población en estudio a los elementos estructurales y la muestra se consideró: columnas aisladas y vigas típicas, de las viviendas autoconstruidas ejecutadas en la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019.

Según (Municipalidad Provincial de Abancay, 2012), esta caracterizada de la siguiente forma:

Figura 2: Delimitación del sub sector



Fuente 2:Equipo técnico PAT-PDU

Muestra

La muestra es un subconjunto de la población o llamado también universo. Hernandez R. (2014). Pag(171). En esta investigación se procedió a trabajar con el muestreo probabilístico según la estadística de tipo aleatorio simple, debido a que los elementos estructurales columnas aisladas y vigas típicas son homogéneos en ese sentido la muestra a evaluar es el subconjuntos de la población es decir que contamos con un numero de columnas aisladas al igual que un número de vigas típicas

obtenidas de las construcciones autoconstruidas ejecutadas en la zona urbana B1 en la ciudad de Abancay 2019.

Muestreo

Los muestreos aleatorios simple se utiliza cuando los elementos de la población tienen características similares. Por ende, la cantidad de elementos a estudiar se determinó con la siguiente formula: Según: Dicovsky, L (2012). Con la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 * P * q * n}{Z^2 * P * q + E^2 (N - 1)}$$

Donde:

Z= 1.96, Confiabilidad al 95%

E=5%(0.05)

P=0.5

q=0.5

n=muestra

N=población

En donde se determinó lo siguiente:

- Cantidad de columnas aisladas de sistema convencional es de: 36
- Cantidad de vigas típicas de sistema convencional es de: 53
- Cantidad de columnas aisladas de sistema metálico es de: 36
- Cantidad de vigas típicas de sistema metálico es de: 53

3.8. Técnica e instrumento de recolección de datos

En la investigación se desarrolló distintas técnicas e instrumentos de aplicación para la recolección de información como:

Tabla 3: Técnicas e instrumentos

Técnica	Instrumentos
• Cuestionario	✓ Formatos de observación ✓ Cámara fotográfica ✓ Filmaciones
• Entrevista	✓ Ficha bibliográfica
• Observación	✓ Reloj (cronómetro)

3.8.1. Técnicas

Según; Martínez, V. (2013). Las técnicas son estrategias empleadas para conseguir la información requerida y construir el conocimiento de lo que se investiga, entretanto que los procedimientos alude a las condiciones de ejecución de técnica.

La entrevista, es una técnica que está fundamentada en la interrelación del ser humano en forma específica y esta tiene por objetivo juntar datos para un trabajo de investigación.

La observación, es el hecho de ver, observar detenidamente de este modo sacar los datos que necesitamos con el objetivo de conseguir información y resolver el problema de investigación.

El cuestionario, Son un conjunto de preguntas de antemano diseñadas para ser contestadas por la misma o por el aplicador, pero esta aplicada a partir de las respuestas otorgadas por el tipo que otorga.

3.8.2. Instrumentos

Los instrumentos son aquellas herramientas que son usadas para la recolección de datos aquellos que se manipulan con las manos para realizar operaciones manuales técnicas como son: La cámara fotográfica, el reloj para medir con el cronómetro el tiempo, fichas para controlar o registrar

3.9. Consideraciones éticas

Teniendo en cuenta el diseño, tipo y alcance de la investigación se considera éticos los siguientes aspectos más importantes

Seguridad y transparencia

Fidelidad de los resultados

Responsabilidad, se hizo de acuerdo al planteamiento del cronograma, según las normal e instrumentos y así cumplir con la recolección de datos y obtener los resultados confidenciales.

Honestidad, en el presente estudio se planteó de acuerdo a la situación según al estudio de donde se realizó, los datos seleccionados son sacados netamente del trabajo de campo el cual es único y original.

Sinceridad, es una virtud que poseen los seres humanos, es un principio hasta donde puede llegar a definir la personalidad de una persona, esta virtud es la actitud que afecta al modo de actuar, anímicamente, pues si una persona es sincera se siente bien consigo mismo, esta virtud es vinculada con la verdad y la honestidad aparte de la sencillez y humildad que una persona pueda poseer.

Veracidad, es aquella que guarda relación con la verdad y lo verdadero, la cual tiene una asociación con la sinceridad, la honestidad, cuyo término es lo opuesto a la mentira la falsedad

El Compromiso, Es una promesa es un compromiso o una declaración de principios.

La Prudencia, en la vida la prudencia es vital para la persona la cual es aquella persona que reflexiona sobre las consecuencias de sus actos.

Respeto al medio ambiente, Toda persona es autónomo e inviolable, por lo cual una persona necesita ética.

El ingeniero va construyendo de un modo lento su mérito, ya que al graduarse de la Universidad va desarrollando estas labores cuya obligación y pluralidad aumenta poco a poco de acuerdo a los trabajos que va realizando.

3.10. Procesamiento de datos de análisis

Para obtener los resultados de toda la investigación, éstos fueron procesadas por procedimientos computarizados utilizando software tales como Excel, Word, AutoCad, SPSS etc.

Se utilizó el Autocad para definir y explicar de mejor manera la delimitación de la población y muestra.

Los datos se procesaron en una hoja de cálculo utilizando el programa Excel de este modo para poder realizar los cálculos del tiempo de instalación, análisis de precios unitarios y la calidad de la superficie de los elementos estructurales.

Seguidamente se graficaron un diagrama de barras en el programa SPSS pudiéndose observar diferencias del uso del encofrado convencional en comparación al encofrado metálico.

Respecto a la prueba de hipótesis se utilizó también el programa SPSS con la finalidad de determinar la aceptación o el rechazo de la hipótesis nula o alterna a través de cuadros que se basan en una significancia estadística.

a) Media aritmética o promedio.

“Es la suma de todos los valores de la muestra divididos por el número de datos” (Dicovsky Riobóo, 2012. Pág. 21)

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Dónde:

\bar{X} : media aritmética

X : valor (tiempo de instalación, análisis de costos unitarios y calidad de la superficie de los elementos estructurales)

n : número de datos

b) Varianza muestral

“Este valor es obtenido de la división de la sumatoria de las distancias de cada dato menos su media aritmética todo elevado al cuadrado y el número de datos menos la unidad”

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

s^2 : Varianza muestral

c) Desviación estándar muestral

“Es una medida que ofrece información sobre la dispersión media de una variable la desviación estándar es siempre mayor o igual que cero” (Córdova Zamora, 2003, pág. 65).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dónde:

S : Desviación estándar muestral

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados:

La investigación se realizó con el objetivo de determinar la eficiencia al utilizar un tipo de encofrado con respecto a sus dimensiones; tiempo de instalación, análisis de costos unitarios y calidad de la superficie en los elementos estructurales.

4.1.1 Tiempo de instalación

El tiempo de instalación con respecto al encofrado convencional y metálico, en columnas y vigas se obtuvieron tomando en cuenta las siguientes consideraciones.

- En el encofrado convencional los tiempos obtenidos fueron de la habilitación, encofrado y desencofrado respectivamente, al iniciar y finalizar dicha actividad, el instrumento que se utilizó fue el cronometro y los resultados que se obtuvieron fueron en horas y minutos, esto con la finalidad de tener un rendimiento más real, tal como se muestran en los siguientes cuadros:

Cálculo del tiempo de instalación del encofrado convencional en columnas

Tabla 4: Tiempo de instalación del encofrado convencional en columnas

Tiempo de instalación del encofrado convencional en columnas								
Nº	Nº de muestras tomadas	Descripción del elemento estructural	Sec. de la columna (m)	Perímetro (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Tiempo de instalación promedio	Cuadrilla intervenida
1	6.00	Columna aislada	0.30 0.40	1.40	2.80	3.92	03:46:08	1 operario + 1 peón
2	4.00	Columna aislada	0.30 0.40	1.40	2.85	3.99	03:54:00	1 operario + 1 peón
3	6.00	Columna aislada	0.40 0.30	1.40	2.80	3.92	03:46:53	1 operario + 1 peón
4	8.00	Columna aislada	0.40 0.30	1.40	2.70	3.24	03:45:15	1 operario + 1 peón
5	4.00	Columna aislada	0.40 0.30	1.40	3.15	5.00	03:49:56	1 operario + 1 peón
6	4.00	Columna aislada	0.40 0.30	1.40	3.20	4.48	03:50:30	1 operario + 1 peón
7	4.00	Columna aislada	0.30 0.40	1.40	3.20	4.48	03:48:00	1 operario + 1 peón
promedio de tiempo de instalación							03:48:40	

Fuente 3: Elaboración propia

De la tabla N° 04 el tiempo de instalación del encofrado convencional de las 36 muestras evaluadas se obtuvo un promedio de 3 horas con 48 min y 40 segundos.

Cálculo del tiempo de instalación del encofrado convencional en vigas

Tabla 5: Tiempo de instalación del encofrado convencional en vigas

Tiempo de instalación del encofrado convencional en Vigas								
Nº	Nº de muestras tomadas	Descripción del elemento estructural	Sec. de la Viga (m)	Perímetro (m)	Longitud luz (m)	Área (m ²)	Tiempo de instalación promedio	Cuadrilla intervenida
1	8.00	Viga típica	0.30 0.50	1.20	4.50	5.40	05:32:26	1 operario + 1 Oficial+1 Peón
2	6.00	Viga típica	0.30 0.50	1.20	4.50	5.40	05:32:33	1 operario + 1 Oficial+1 Peón
3	8.00	Viga típica	0.30 0.40	1.40	4.00	5.60	05:35:32	1 operario + 1 Oficial+1 Peón
4	9.00	Viga típica	0.30 0.30	1.20	4.50	5.40	05:35:55	1 operario + 1 Oficial+1 Peón
5	6.00	Viga típica	0.30 0.30	1.20	4.70	5.64	05:32:30	1 operario + 1 Oficial+1 Peón
6	8.00	Viga típica	0.30 0.30	1.20	4.50	5.40	05:35:45	1 operario + 1 Oficial+1 Peón
7	8.00	Viga típica	0.30 0.4	1.40	4.00	5.60	05:38:33	1operario + 1 Oficial+1 Peón
promedio de tiempo de instalación							05:34:45	

Fuente 4: Elaboración propia

De la tabla N° 05 el tiempo de instalación del encofrado convencional de las 53 muestras evaluadas se obtuvo un promedio de 05 horas con 34 min y 45 segundos

- En el encofrado metálico los tiempos obtenidos fueron de la misma manera como el encofrado convencional con la única diferencia que no se consideró el tiempo de habilitación debido a que estos moldes vienen prefabricados y el tiempo de desencofrado es mínimo.

Cálculo del tiempo de instalación del encofrado metálico en columnas

Tabla 6: Tiempo de instalación del encofrado metálico en columnas

Tiempo de instalación del encofrado metálico en columnas								
N° de muestra	N° de tomas	Descripción del elemento estructural	sección de la columna	Área	Perímetro	Altura	Tiempo de instalación promedio	Cuadrilla intervenida
1	6	Columna típica aislada	0.35 0.35	4.2	1.40	3	01:21:10	1operario + 1peon
2	4	Columna típica aislada	0.35 0.4	4.5	1.50	3	01:24:45	1operario + 1peon
3	6	Columna típica aislada	0.35 0.4	4.5	1.50	3	01:25:10	1operario + 1peon
4	8	Columna típica aislada	0.35 0.35	4.2	1.40	3	01:21:00	1operario + 1peon
5	4	Columna típica aislada	0.40 0.30	4.2	1.40	3	01:21:30	1operario + 1peon
6	4	Columna típica aislada	0.35 0.40 0.30	4.5	1.50	3	01:25:00	1operario + 1peon
7	4	Columna típica aislada	0.40	4.2	1.40	3	01:21:45	1operario + 1peon
Promedio							01:22:54	

Fuente 5: Elaboración propia

De la tabla N° 6 el tiempo de instalación del encofrado convencional de las 36 muestras evaluadas se obtuvo un promedio de 01 hora con 22min y 54 segundos

Cálculo del tiempo de instalación del encofrado metálico en vigas

Tabla 7: Cálculo de tiempo de instalación del encofrado metálico en vigas

Tiempo de instalación del encofrado metálico en vigas								
N° de muestra	N° de tomas	Descripción del elemento estructural	sección de la viga	Área	Perímetro	Longitud luz	Tiempo de instalación promedio	Cuadrilla intervenida
1	8	Viga típica	0.30 0.35	6.5	1.3	5	03:04:23	1operario + 1oficial+1peon
2	6	Viga típica	0.35	7	1.4	5	03:05:10	

			0.35					1operario +1oficial+ 1peon
			0.34	6.75			03:09:30	1operario +1oficial+ 1peon
3	8	Viga típica	0.4		1.48	5		1operario +1oficial+ 1peon
			0.35	7			03:04:20	1operario +1oficial+ 1peon
4	9	Viga típica	0.35		1.4	5		1operario +1oficial+ 1peon
			0.30			5.00	03:05:50	1operario +1oficial+ 1peon
5	6	Viga típica	0.30	6	1.2			1operario +1oficial+ 1peon
			0.35			5.00	03:06:07	1operario +1oficial+ 1peon
6	8	Viga típica	0.30	6.5	1.3			1operario +1oficial+ 1peon
			0.30			5.00	03:05:53	1operario +1oficial+ 1peon
7	8	Viga típica	0.4	7	1.4			1operario +1oficial+ 1peon
Promedio del tiempo de instalación							03:05:53	

Fuente 6: Elaboración propia

De la tabla N° 7 el tiempo de instalación del encofrado convencional de las 53 muestras evaluadas se obtuvo un promedio de 03 horas con 05 min y 53 segundos

Resultados con respecto al tiempo de instalación:

- **Encofrado en columnas**

Como el rendimiento es mayor en los encofrados metálicos, debido a esto el encofrado se realice en menor tiempo por ejemplo:

Rendimiento de encofrado de columna con encofrado convencional:

8.32m²/día

Rendimiento de encofrado de columna con encofrado metálico: 24.89m²/día

Para 100m² de columnas

Madera= 100m²/8.32m²/día=12.02días

Metal=100m²/24.89m²/día=4.02días

Relación con respecto al tiempo en columnas

$$\frac{Metal}{Madera} = \frac{4.02}{12.02} = \frac{1}{3}$$

El tiempo de instalación que demora al utilizar el encofrado metálico en comparación al encofrado convencional en columnas está en proporción a 1/3 habiéndose logrado en campo, en una jornada, 6 columnas con encofrado metálico contra 2 columnas con encofrado convencional utilizando la misma cuadrilla de obreros

- **Encofrado en vigas**

Rendimiento de encofrado de viga con encofrado convencional: $7.81m^2/día$

Rendimiento de encofrado de viga con encofrado metálico: $18.26m^2/día$

Para $100m^2$ de vigas

Madera= $100m^2/8.10m^2/día=12días$

Metal= $100m^2/18.26m^2/día=6días$

Relación con respecto al tiempo en vigas

$$\frac{Metal}{Madera} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}$$

El tiempo de instalación que demora al utilizar el encofrado metálico en comparación al encofrado convencional en vigas está en proporción a 1/2 habiéndose logrado en campo, en una jornada, 3 vigas con encofrado metálico contra 1 vigas con encofrado convencional utilizando la misma cuadrilla de obreros

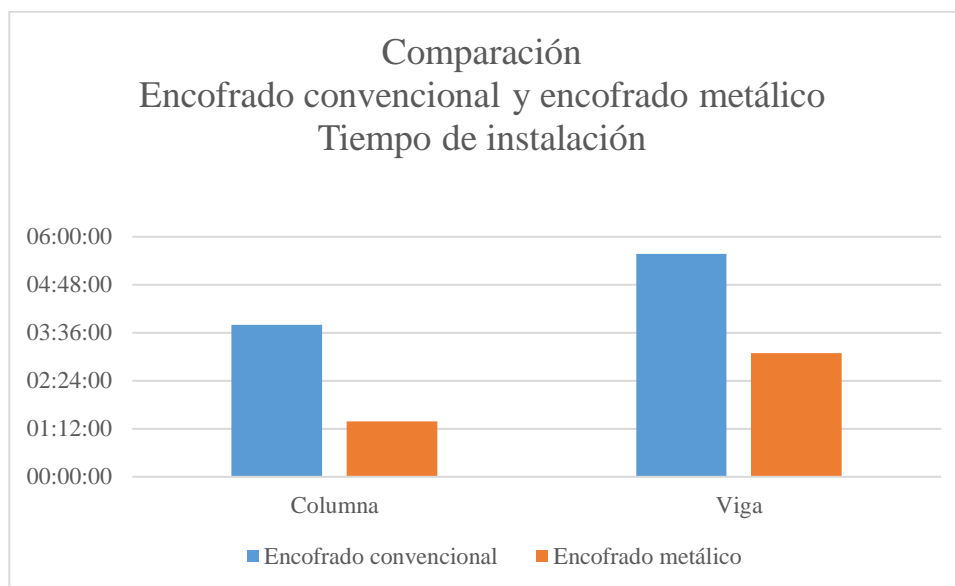


Figura 3: Comparación de resultados del tiempo de instalación

Según a la figura 04, existe un ahorro del tiempo al emplear encofrado metálico comparado al encofrado convencional en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado autoconstruidas.

4.1.2. Análisis de costos unitarios

Para realizar el análisis de costos unitarios de tiene que tener en cuenta los siguientes recursos:

4.1.2.1. Mano de obra

Para el encofrado convencional y encofrado metálico en columnas y vigas se trabajó con la siguiente clasificación de la mano de obra:

Tabla 8: Cuadrilla intervenida-encofrado convencional

Cuadrilla intervenida- encofrado convencional				
Elemento estructural	maestro de obra	operario	oficial	peon

Columna	X		X
Viga	X	X	X

Fuente 7: Elaboración propia

Tabla 9: Cuadrilla intervenida-encofrado metálico

Cuadrilla intervenida- encofrado metálico				
Elemento estructural	maestro de obra	operario	oficial	peon
Columna		X		X
Viga		X	X	X

Fuente 8: Elaboración propia

La cuadrilla intervenida fue cuantificada durante la partida de habilitación, encofrado y desencofrado

4.1.2.2. Rendimiento

Tabla 10: Rendimiento del encofrado convencional

Cálculo de rendimientos de encofrado convencional							
Jornada	8	Und			hh		
Encofrado de columna	Tiempo (min)	Tiempo	Rendimiento ($m^2/día$)	Capataz	Operario	Oficial	Peón
Habilitación h-h	98.00	1.63	19.20	-	1	-	1
				-	0.42	-	0.42
Encofrado h-h	226.00	3.77	8.32	-	1	-	1
				-	0.961	-	0.96
Desencofrado h-h	47.00	0.78	40.03	-	0	-	1
				-	0.000	-	0.20
Total horas hombre				-	1.378	-	1.58

Fuente 9: Elaboración propia

Tabla 11: Rendimiento del encofrado metálico

Cálculo de rendimientos de encofrado metálico							
Jornada	8	und			hh		
Encofrado de columna	Tiempo(min)	Tiempo	Rendimiento ($m^2/día$)	Capataz	Operario	Oficial	Peón
Habilitación h-h	-	-	-	-	-	-	-
Encofrado h-h	81.00	1.35	24.89		1		1
					0.321		0.321
Desencofrado h-h	20.00	0.33	100.80		1		1
					0.079		0.079

Total horas hombre	0.401	0.401
--------------------	-------	-------

Fuente 10: Elaboración propia

En la tabla N° 10 se observa los tiempos utilizados durante el encofrado convencional de una columna en donde se consideró el tiempo de la habilitación, encofrado y desencofrado, teniendo como resultados los rendimientos promedios de habilitación igual a $19.20 \text{ m}^2/\text{día}$, el encofrado igual a $8.32 \text{ m}^2/\text{día}$, desencofrado igual a $40.03 \text{ m}^2/\text{día}$.

Del mismo modo en la tabla N°11 se observa los tiempos utilizados durante el encofrado metálico de una columna en donde se consideró el tiempo del encofrado y desencofrado teniendo como resultados los rendimientos promedios del encofrado igual a $24.89 \text{ m}^2/\text{día}$ y desencofrado igual a $100.80 \text{ m}^2/\text{día}$.

4.1.2.3. Materiales

Los insumos que se tuvieron en cuenta para realizar los cálculos de materiales en el encofrado convencional fueron:

- Madera
- Rollizo
- Alambre
- Clavos
- Petróleo

En la tabla N° 12 se detalla el número de materiales para el encofrado convencional donde se llevó a cabo de la siguiente manera:

Tabla 12: Cálculo de la cantidad de materiales con encofrado convencional

Cantidad de Materiales para el encofrado de Columna m^2
Partida: Encofrado de Columna

Sección de la Columna (l x a x h)	0.30 x 0.40 x 2.80
Área (m ²)	3.92

1. Cantidad de madera

N°	Descripción	L (m)	Dimensiones			D (Cant. de elementos)	Total p2 ((A*B*C)/12)*D	Desperdicio (10 %)	Usos	total
			A (Pulgadas)	B (Pulgadas)	C (Longitud en pies)					
01	Tablas A - 1 1/2"*8"	2.80	1.50	8.00	9.18	3.00	27.55	2.76	4	7.5810.1
02	Tablas B - 1 1/2"*8"	2.80	1.50	8.00	9.18	4.00	36.74	3.67	4	0.20
03	Barrotes A - 2"*4"	0.50	2.00	4.00	1.64	12.00	13.12	1.31	7	0.62
04	Barrotes B - 2"*4"	0.60	2.00	4.00	1.97	12.00	15.74	1.57	7	0.47
05	Muertos 2"*4"	0.50	2.00	4.00	1.64	4.00	4.37	0.44	10	0.84
06	Estacas 3"*3"	0.30	3.00	3.00	0.98	8.00	5.90	0.59	4	1.66
Total de madera (pie ² /m ²)									6.20	

2. Cantidad de rollizos y/o puntales

N°	Descripción	Longitud (m)	Dimensiones			D (Cantidad de elementos)	Total p2 ((A*B*C)/12)*D	Desperdicio (5 %)	Usos	total
			A (Pulgadas)	B (Pulgadas)	C (Longitud en pies)					
07	Puntales (rollizos) - 3"*3"	2.80	-	-	-	4.00	-	4.20	9	0.47
Total de madera (und/m ²)									0.12	

3. Cantidad de alambre N°8

Alambre N°8 (m /kg)							9.12	
N°	Unidad	Longitud a usar	N° lados	N° barrotes	Total de alambre (m)	Insumo de alambre (kg)	Insumo de alambre /Area a encofrar - Kg	Total de alambre incluido el 15% (kg)

Alambre negro N° 8	Kg	1.50	4.00	5.00	30.00	3.29	0.84	0.97
Total de alambre (Kg/m ²)								0.97
4. Cálculo de clavos 3"								
clavos de 3" (und/kg)							160	
N°	Unidad	Clavos usados	Insumo de clavos (kg)	Insumo de clavos/Área a encofrar (Kg/m ²)		Total de clavos incluido desperdicio de 15% (Kg)		
Puntales	Und	12.00						
Barrotes	Und	20.00	0.30	0.08		0.09		
Muertos	Und	16.00						
Total		48.00						
Total de clavos (Kg/m ²)								0.09
5. Cálculo de petróleo								
petróleo (m ² /gl)							20.00	
N°	Unidad	Cantidad	Desperdicio 5%	N° Usos	Und/ N° usos			
Petróleo	Gl	0.20	0.21	1.00	0.21			
Total de Petróleo (gl/m ²)								0.21

Fuente 11: Elaboración propia

Columna del encofrado convencional

- La cantidad de madera se calculó teniendo en cuenta, el número de usos: 4 para las tablas, 7 para los barrotes, 10 para los muertos. La cantidad de madera que se calculó es de 6.20pie^2 en un metro cuadrado.
- El alambre negro N°8 un kilogramo cuenta con una longitud de 9.12 000metro lineal, según los cálculos realizados para un metro cuadrado es 0.97kg incluido el desperdicio

- El clavo de 3" un kilogramo contiene 160 unidades, según los cálculos realizados para un metro cuadrado es 0.09kg incluido el desperdicio
- El petróleo 1 galón rinde $20m^2$, según los cálculos realizados para un metro cuadrado es 0.21 galones/ m^2

Cálculo de materiales para encofrado metálico

Los insumos que se tuvieron en cuenta para realizar los cálculos de materiales en el encofrado metálico fueron:

- Formaletas
- Esquinero
- Grapas
- Puntal metálico
- Tuerca en copa
- Barra metálica
- Varilla roscada
- Acero corrugado de $\frac{1}{2}$
- Desmoldante (petróleo)

Tabla 13: Cálculo de cantidad de materiales para el encofrado metálico

Cálculo de cantidad de materiales - Encofrado metálico						
Cálculo de formaletas - chavetas - puntales (und)						
UM (unidad de medida) m^2						4.20
Nº	Descripción	Cantidad de elementos (A)	Desperdicios por pérdida de piezas A* (1+%) =B	Nº de usos - (C)	Depreciación (B/C) = D	Total
01	Formaletas 3.00 * 0.50	4.00	4.00	150	0.03	0.00 6
02	Chavetas	28.00	28.00	150	0.19	0.04 4
03	Puntales 3m - 4m (graduables)	4.00	4.00	150	0.03	0.00 6

Cálculo de cantidad de materiales total						0.057
Cálculo de Petróleo						
Petróleo(gal/m²)				20		
N°	Descripción	Unidad	Cantida d	Desper dicio 5%	N° usos	Total
1	Petróleo	gln	0.21	0.22	1.00	0.22
Cantidad total de petróleo						0.22

Fuente 12: Elaboración propia

Columna encofrado metálico

- La cantidad de formaletas se calculó teniendo en cuenta, el número de usos haciendo una cotización a las diferentes empresas proveedoras por lo que se obtuvo un promedio de 150 usos, las dimensiones de las formaletas usadas fueron de 0.50 por 3 metros de altura, la cantidad que se obtuvo es de 0.006 para un metro cuadrado.
- La cantidad de chavetas usadas para unir las formaletas es de 0.044 para un metro cuadrado.
- Los puntales metálicos graduables de 3.00m-4.00m metros de altura, la cantidad es de 0.006 para un metro cuadrado

4.1.2.4 Herramientas

Estas herramientas son usadas de forma personal o individual que únicamente es por el accionamiento de fuerza motriz humana, en las siguientes tablas se detalla por el tipo de encofrado.

Tabla 14: Herramientas para los encofrados

Recursos	Encofrado convencional	Encofrado metálico
1	Martillo	Brocha
2	Nivel de mano	Tubo manual
3	Escuadra metálica	Espátula
4	Plomada	Brocha
5	Cordel	Flexómetro
6	Tiralíneas	Martillo extractor

-
- 7 Taladro
 - 8 Martillo de uña
 - 9 Broca de 3/8"
 - 10 Lápiz carpintero
 - 11 Cizalla de mano
 - 12 Sierra circular eléctrico
 - 13 Cepillo de mano o eléctrico
 - 14 Barretilla
 - 15 Manguera
-

Fuente 13: Elaboración propia

En la tabla N° 14, detallamos las herramientas usadas del encofrado convencional y encofrado metálico.

Todos los cálculos realizados para el trabajo de investigación se adjuntan en el anexo N° 05 detallados.

Resumen del análisis de costos unitarios del encofrado convencional en columnas

Tabla 15: Resumen del análisis de costos unitarios en columnas del encofrado convencional

Partida: encofrado y desencofrado en columna				
Encofrado convencional				
Resumen de (acu) por m²				
Nº	Nº de muestras tomadas	Unidad	Promedio de costos	
1.00	6.00	m ²	S/	58.57
2.00	4.00	m ²	S/	58.55
3.00	6.00	m ²	S/	58.31
4.00	8.00	m ²	S/	58.12
5.00	4.00	m ²	S/	58.46
6.00	4.00	m ²	S/	58.41
7.00	4.00	m ²	S/	58.82
Total de muestras			36.00	
Costo promedio obtenido			S/58.46	

Fuente 14: Elaboración propia

En la tabla N°16 se muestra el resumen del análisis de costos unitarios en columnas de 36 muestras, sacando un promedio aritmético de 58.46 soles

Análisis de costos unitarios del encofrado convencional en vigas

Tabla 16: Resumen del Análisis de costos unitarios en vigas del encofrado convencional

Partida: encofrado y desencofrado en viga				
Encofrado convencional				
Resumen de análisis de precios unitarios por m^2				
Nº	Nº de muestras tomadas	Unidad	Promedio de costos	
1.00	8.00	m^2	S/	78.14
2.00	6.00	m^2	S/	77.84
3.00	8.00	m^2	S/	78.06
4.00	9.00	m^2	S/	78.61
5.00	6.00	m^2	S/	78.53
6.00	8.00	m^2	S/	78.11
7.00	8.00	m^2	S/	78.01
Total de muestras			53.00	
Costo promedio obtenido			S/78.19	

Fuente 15: Elaboración propia

En la tabla N°17 se muestra el resumen del acu del encofrado convencional en vigas de 53 muestras, sacando un promedio aritmético de 78.19 soles

Análisis de costos unitarios del encofrado metálico en columnas

Tabla 17: Resumen del Análisis de costos unitarios en vigas del encofrado metálico

Partida: encofrado y desencofrado en columna			
Encofrado metálico			
Resumen de (acu) por m^2			
Nº	Nº de muestras tomadas	Unidad	Promedio de costos
1.00	6.00	m^2	S/ 15.92
2.00	4.00	m^2	S/ 16.07
3.00	6.00	m^2	S/ 15.78

4.00	8.00	m^2	S/ 16.07
5.00	4.00	m^2	S/ 15.92
6.00	4.00	m^2	S/ 16.28
7.00	4.00	m^2	S/ 16.40
Total de muestras			36.00
Costo promedio obtenido			S/16.06

Fuente 16:Elaboración propia

En la tabla N°18 se muestra el resumen del (acu) en columnas del encofrado convencional de 36 muestras, sacando un promedio aritmético de 16.06 soles

Análisis de costos unitarios del encofrado metálico en vigas

Tabla 18 : Resumen del Análisis de costos unitarios en vigas del encofrado metálico

Partida: encofrado y desencofrado en viga			
Encofrado metálico			
Resumen de (acu) por m^2			
N°	N° de muestras tomadas	Unidad	Promedio de costos
1.00	8.00	m^2	25.33
2.00	6.00	m^2	24.71
3.00	8.00	m^2	25.54
4.00	9.00	m^2	24.58
5.00	6.00	m^2	24.53
6.00	8.00	m^2	25.91
7.00	8.00	m^2	24.78
Total de muestras			53.00
Costo promedio obtenido			S/25.06

Fuente 17: Elaboración propia

En la tabla N°19 se muestra el resumen del (acu) en vigas del encofrado metálico de 53 muestras, sacando un promedio aritmético de 25.06 soles

Resultados con respecto al análisis de costos unitarios:

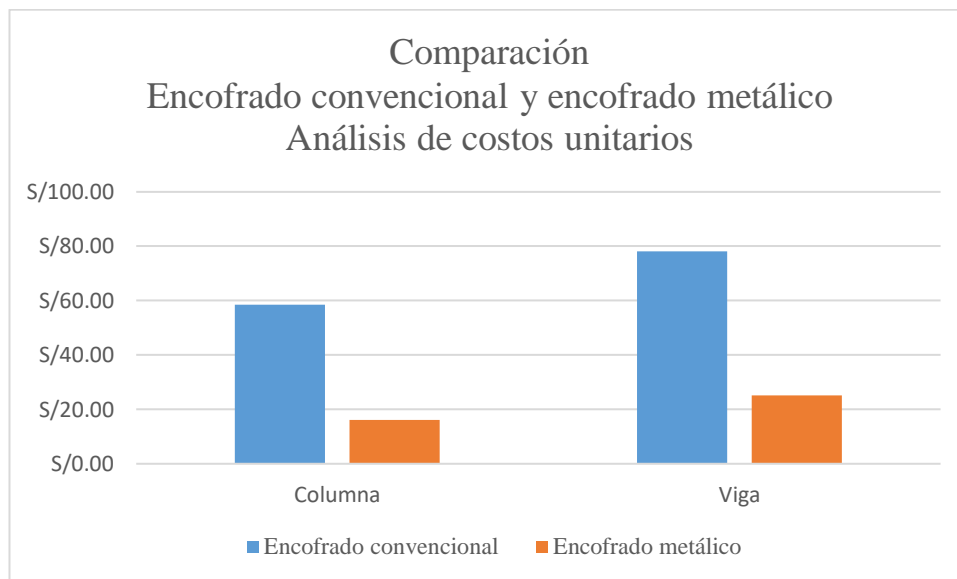


Figura 4: Comparación de resultados del análisis de costos unitarios

En consecuencia, haciendo una comparación entre los dos costos se observa que al utilizar encofrado metálico se ahorra S/ 42.40 en columnas y S/ 53.13 en vigas con respecto al encofrado convencional.

4.1.3. Calidad de la superficie del elemento

La calidad de la superficie dependerá del acabado que se desee, al realizar el desencofrado de un elemento estructural, el control de la calidad en obra es muy importante.

En ese entender se vio por conveniente evaluar la calidad de los elementos estructurales en columnas y vigas, ya sea encofrado convencional y encofrado metálico a través de la escala de Likert la clasificación que se utilizó fue muy malo con una puntuación de (1), malo (2), regular (3), bueno (4), muy bueno (5), se realizó un cuestionario a los diferentes ejecutores de las diferentes viviendas autoconstruidas.

Figura 5:Entrevista a los ejecutores de las viviendas autoconstruidas



Fuente 18: Elaboración propia

En la figura N°5 se hace la entrevista al ejecutor para ver los resultados en la superficie del elemento estructural después de realizar el desencofrado.

El cuestionario consta de 8 preguntas formuladas por los investigadores la cual tuvo una validez por los expertos. El cuestionario se aplicó a 11 maestros de obra que formaron parte de la ejecución en las diferentes construcciones durante un tiempo de 10 minutos.

Los datos de lo obtenido según la aplicación del cuestionario son los que se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Encofrado convencional

Tabla 19: Resultados de las encuestas aplicadas para el encofrado convencional

Items / Encuestados	I1	I2	I3	I4
1.00	1	4	2	3
2.00	2	4	3	4

3.00	1	4	2	4
4.00	1	5	1	4
5.00	2	4	2	3
6.00	1	4	2	3
7.00	2	5	2	4
8.00	1	4	2	4
9.00	1	5	2	4
10.00	1	4	2	3
11.00	1	4	1	4

Fuente 19: Elaboración propia

Muy malo %	73%	0%	18%	0%
Malo %	27%	0%	73%	0%
Regular %	0%	0%	9%	36%
Bueno %	0%	73%	0%	64%
Muy bueno %	0%	27%	0%	0%

En la tabla 24, se muestra un cuadro de resultados el cual se detalla a continuación:

- ¿Qué tan liso se observa la superficie de la columna construida utilizando el encofrado convencional?, se obtuvo el 27% como muy malo, y 27% como malo.
- ¿Qué tan rugoso se observa la superficie de la columna construida utilizando el sistema de encofrado convencional?, se obtuvo el 73% como bueno y 27% como muy bueno.
- ¿Qué tan liso se observa la superficie de la viga construida utilizando el sistema de encofrado convencional? se obtuvo el 18% como muy malo, 73% como malo y 9% regular.

- ¿Qué tan rugoso se observa la superficie de la viga construida utilizando el sistema de encofrado convencional? se obtuvo el 36% como regular y 64% bueno.

Encofrado metálico

Tabla 20: Resultados de las encuestas aplicadas para el encofrado metálico

Items / Encuestados	I5	I6	I7	I8
1.00	4	1	5	1
2.00	5	2	4	2
3.00	5	1	4	1
4.00	5	2	5	2
5.00	4	1	5	1
6.00	5	2	4	1
7.00	4	1	5	1
8.00	5	1	5	2
9.00	5	2	4	1
10.00	4	2	5	1
11.00	4	2	5	1

Fuente 20: Elaboración propia

Muy malo %	0%	45%	0%	73%
Malo %	0%	55%	0%	27%
Regular %	0%	0%	0%	0%
Bueno %	45%	0%	36%	0%
Muy bueno %	55%	0%	64%	0%

- ¿Qué tan liso se observa la superficie de la columna construida utilizando el sistema de encofrado metálico?, se obtuvo el 45% como bueno y un 55% muy bueno.
- ¿Qué tan rugoso se observa la superficie de la columna construida utilizando el sistema de encofrado metálico?, se obtuvo el 45% muy malo y 55% malo.

- ¿Qué tan liso se observa la superficie de la viga construida utilizando el sistema de encofrado metálico? se obtuvo el 36% como bueno y 64% como muy bueno.
- ¿Qué tan rugoso se observa la superficie de la viga construida utilizando el sistema de encofrado metálico? se obtuvo el 73% como muy malo y 27% como malo.

Resultados con respecto a la calidad:

- Según los resultados obtenidos la superficie de la columna del encofrado convencional es rugoso
- Según los resultados obtenidos la superficie de la columna del encofrado metálico es liso
- Según los resultados obtenidos la superficie de la viga del encofrado convencional es rugoso
- Según los resultados obtenidos la superficie de la viga del encofrado metálico es liso

Cuadro comparativo de la eficiencia en función del tiempo de instalación, análisis de costos unitarios y la calidad en superficies del elemento estructural

Tabla 21: Cuadro comparativo del encofrado convencional y metálico

	Tipo de encofrado	Columna	Viga
Tiempo de instalación	Encofrado convencional	03:47:00	05:34:00
	Encofrado metálico	01:23:00	03:05:00
Análisis de costos unitarios	Encofrado convencional	S/58.46	S/78.19
	Encofrado metálico	S/16.06	S/25.06

	metálico		
Calidad de la superficie del elemento estructural	Encofrado convencional	Rugoso	Rugoso
	Encofrado metálico	Liso	Liso

Fuente 21: Elaboración propia

4.2. Discusión

A partir de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis alternativa general en donde se logra una mayor eficiencia al utilizar el encofrado metálico en comparación al encofrado convencional en los elementos estructurales de las edificaciones autoconstruidas.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene: Oribe, Y. (2014). Quien señala el encofrado metálico es una solución técnica para de esta manera acelerar en los procesos de construcción en comparación con los tradicionales. Arapa, V. & Maldonado, F. (2019). Determino el costo, rendimiento, calidad, Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

Pero, en lo que no concuerda el estudio es que dichos autores indican que el sistema de encofrado logra mayor seguridad en obra, el cual en la investigación no se encuentra esos resultados.

En los resultados se pudo apreciar la eficiencia coencide con la investigación de Castañeda, J. & López, W. (2015). Donde el contexto teorico de la variable está sustentado por Oribe, Y. (2014) donde compararon las diferencias según costo, tiempo calidad y así determina el encofrado mas eficiente en el proyecto de viviendas de interés social el aluminio es mas eficiente con 29% desde el costo, tiempo y variable la calidad.

En lo que respecta, Neumann, G. (2017). Estudia los encofrados de plásticos en columnas y vigas con el fin de establecer costos y eficiencia usando formatos de recolección de datos donde se consignó dentro de la eficiencia variables como son tiempo, costo (mano de obra, materiales herramientas cotizadas), calidad en acabados para así de este modo hacer la comparación con CAPECO para el encofrado de madera, de este modo estos resultados son acorde a la investigación con una mínima diferencia debido a que nuestros cálculos fueron calculados con rendimientos reales hechos en obra es por ello que existe esa diferencia de datos.

4.3. Prueba de hipótesis

Hipótesis general

La prueba de hipótesis se desea ratificar la afirmación: Tiene mayor eficiencia el encofrado metálico comparado con el encofrado convencional de los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

Prueba de hipótesis específica N° 01

Hipótesis alterna H1: $u_2 > u_1$

Es mayor el ahorro del tiempo del empleo del encofrado metálico comparado al encofrado convencional en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019.

Hipótesis nula Ho: $u_2 < u_1$

Es menor el ahorro del tiempo del empleo del encofrado metálico comparado al encofrado convencional en los elementos estructurales

de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019.

Tiempo de instalación en columnas

Tabla 22: Resumen del tiempo de instalación en columnas

N°	Tiempo de instalación-columnas	
	Tiempo de instalación encofrado convencionales promedios	Tiempo de instalación encofrado metálico promedios
1	03:46:08	01:21:10
2	03:48:00	01:24:45
3	03:46:53	01:25:10
4	03:45:15	01:21:00
5	03:49:56	01:21:30
6	03:50:30	01:25:00
7	03:48:00	01:21:45

Fuente 22: Elaboración propia

a) Descripción tiempo de instalación en columnas

Descripción	Valores estadísticos para comprobación de hipótesis		
		Encofrado convencional	Encofrado metálico
Media Aritmética	\bar{X}	3.810000	1.380000
Varianza Muestral	S^2	0.002600	0.001200
Desviación estándar	S	0.050990	0.034641
Coefficiente de Variación	CV	1.34%	2.51%

Fuente 23: Elaboración propia

b) Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$ con 95% de probabilidad de certeza (para casos de investigación)

Tabla estadística T = 1.782 (anexos n° 9)

c) Cálculo del t- student con $(n1+n1-2)$ grados de libertad

GI =12

d) Planteamiento

Se rechaza si: H_0 $u_2 < u_1$

Se acepta si: H_1 $u_2 > u_1$, si $t_p \geq t$

e) Conclusión

De este modo se rechaza la H_0 debido a que: $t_p \geq t$, $99.20 \geq 1.782$

Con $t = 99.20$, $gl=12$, $p=0.004$, con una significancia menor a 0.05 entonces se acepta la H_1 , el tiempo de instalación en columnas es mayor en comparación del encofrado convencional, con una media del encofrado convencional de ($\bar{X} = 3.81$) al compararlo con el encofrado metálico ($\bar{X} = 1.38$) horas.

Tiempo de instalación en vigas

Tabla 23: Resumen del tiempo de instalación en vigas

Nº	Tiempo de instalación-vigas	
	Tiempo de instalación encofrado convencionales promedios	Tiempo de instalación encofrado metálico promedio
1	05:32:26	03:04:23
2	05:32:33	03:05:10
3	05:35:32	03:09:30
4	05:35:55	03:04:20
5	05:32:30	03:05:50
6	05:35:45	03:06:07
7	05:38:33	03:05:53

Fuente 24: Elaboración propia

a) Descripción tiempo de instalación en vigas

Descripción	Valores estadísticos para comprobación de hipótesis		
		Encofrado convencional	Encofrado metálico
Media Aritmética	\bar{X}	5.57913	3.09813
Varianza Muestral	S^2	0.00151	0.00085
Desviación estándar	S	0.03890	0.02911
Coefficiente de Variación	CV	6,97%	9,40%

Fuente 25: Elaboración propia

b) Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$ con 95% de probabilidad de certeza (para casos de investigación)

Tabla estadística T = 1.782(anexos nº 9)

c) Cálculo del t- student con (n_1+n_2-2) grados de libertad

Gl =12

d) Planteamiento

Se rechaza si: H_0 $u_2 < u_1$

Se acepta si: H_1 $u_2 > u_1$, si $t_p \geq t$

e) Conclusión

De este modo se rechaza la H_0 debido a que: $t_p \geq t$, $127.67 \geq 1.782$

Con $t = 127.67$, $gl=12$, $p=0.002$, con una significancia menor a 0.05 se acepta la H_1 , el tiempo de instalación en vigas es mayor en comparación del encofrado convencional, con una media del encofrado convencional de ($\bar{X} = 5.579$) al compararlo con el encofrado metálico ($\bar{X} = 3.098$) horas.

Prueba de hipótesis N° 02

H_1 : Existe diferencia de costos del encofrado metálico comparado con un encofrado de convencional en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019. $u_2 > u_1$

H_0 : No existe diferencia de costos del encofrado metálico comparado con un encofrado de convencional en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019. $u_2 < u_1$

Análisis de costos unitarios en columnas

Tabla 24: Promedio de análisis de costos unitarios en columnas

Análisis de costos unitarios -columnas		
Nº	Promedio de análisis de costos unitarios encofrado convencional en columnas	Promedio de análisis de costos unitarios encofrado metálico en columnas
1.00	S/58.57	S/15.92
2.00	S/58.55	S/16.07
3.00	S/58.31	S/15.78
4.00	S/58.12	S/16.07
5.00	S/58.46	S/15.92
6.00	S/58.41	S/16.28
7.00	S/58.82	S/16.40

Fuente 26: Elaboración propia

a) Descripción del análisis de costos unitarios en columnas

Descripción	Valores estadísticos para comprobación de hipótesis		
		Encofrado convencional	Encofrado metálico
Media Aritmética	\bar{X}	58.55400	16.08670
Varianza Muestral	S^2	0.05539	0.05159
Desviación estándar	S	0.23535	0.22713
Coefficiente de Variación	CV	4.03%	14.11%

Fuente 27: Elaboración propia

b) Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$ con 95% de probabilidad de certeza (para casos de investigación)

Tabla estadística T = 1.782

c) Cálculo del t- student con (n1+n1-2) grados de libertad

Gl =12

d) Planteamiento

Se rechaza si: H_0 $u_2 < u_1$

Se acepta si: H_1 $u_2 > u_1$, si $t_p \geq t$

e) Conclusión

De este modo se rechaza la H_0 debido a que: $t_p \geq t$, $317.23 \geq 1.782$

Con $t = 317.23$, $gl=12$, $p=0.001$, con una significancia menor a 0.05 se acepta la H_1 , el análisis de costos unitarios en columnas es mayor en comparación del encofrado convencional, con una media del encofrado convencional de ($\bar{X} = 58.45$) al compararlo con el encofrado metálico ($\bar{X} = 16.08$) horas.

Análisis de costos unitarios en vigas

Tabla 25: Promedio del análisis de costos unitarios en vigas

Análisis de costos unitarios -vigas		
Nº	Promedio de análisis de costos unitarios encofrado convencional en vigas	Promedio de análisis de costos unitarios encofrado metálico en vigas
1.00	S/78.14	S/25.33
2.00	S/77.84	S/24.71
3.00	S/78.06	S/25.54
4.00	S/78.61	S/24.58
5.00	S/78.53	S/24.53

6.00	S/78.11	S/25.91
7.00	S/78.01	S/24.78

Fuente 28: Elaboración propia

a) Descripción del análisis de costos unitarios en vigas

Descripción	Valores estadísticos para comprobación de hipótesis		
		Encofrado convencional	Encofrado metálico
Media Aritmética	\bar{X}	78.1857	25.0543
Varianza Muestral	S^2	0.07880	0.28963
Desviación estándar	S	0.28065	0.53817
Coefficiente de Variación	CV	3.59%	2.15%

Fuente 29: Elaboración propia

b) Nivel de significancia

$\alpha = 0,05$ con 95% de probabilidad de certeza (para casos de investigación)

Tabla estadística T = 1.782

c) Cálculo del t- student con (n1+n1-2) grados de libertad

Gl =12

d) Planteamiento

Se rechaza si: H_0 $u_2 < u_1$

Se acepta si: H_1 $u_2 > u_1$, si $t_p \geq t$

e) Conclusión

De este modo se rechaza la H_0 debido a que: $t_p \geq t$, $206.16 \geq 1.782$

Con $t = 206.16$, $gl=12$, $p=0.001$, con una significancia menor a 0.05 se acepta la H_1 , el análisis de costos unitarios en vigas es mayor en comparación del encofrado convencional, con una media del encofrado convencional de ($\bar{X} = 78.186$) al compararlo con el encofrado metálico ($\bar{X} = 25.054$) horas.

Prueba de hipótesis N° 03

Según la escala de linkert: Existe mejor calidad de la superficie de los elementos estructurales resultante del encofrado metálico comparado

con un encofrado convencional de las edificaciones de concreto armado
ubicadas en la zona urbana B1 de la ciudad de Abancay-Apurímac 2019

CONCLUSIONES

1. En la tesis, se determina mayor eficiencia del encofrado metálico con respecto al encofrado convencional en los elementos estructurales (vigas y columnas) con los resultados obtenidos: Mejora la eficiencia del tiempo de instalación en un 97%, mejora la eficiencia del costo disminuyendo en un 89.28 % (de acuerdo a la tabla 21) y con respecto a la calidad se obtuvo superficies lisas en los elementos estructurales.
2. Al utilizar los encofrados metálicos en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona B1 de la ciudad de Abancay – Apurímac, se logra un mayor ahorro en el tiempo con respecto a la utilización de los encofrados convencionales en columnas con una diferencia de 2 horas con 24 min y en vigas de 2 horas con 29 min, tal como se muestra en la tabla 21.
3. Al utilizar los encofrados metálicos en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona B1 de la ciudad de Abancay – Apurímac, se verifica la diferencia de costos en columnas con un monto de 42.4 nuevos soles y en vigas de 53.13 nuevos soles. Tal como se muestra en la tabla 21.
4. Al utilizar los encofrados metálicos en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto armado ubicadas en la zona B1 de la ciudad de Abancay – Apurímac, se logra la calidad en el acabado del elemento estructural como liso con un 55% en columnas y 64% en vigas. se logra una mejor calidad en la superficie de los elementos estructurales con respecto a la utilización de los encofrados metálicos.

RECOMENDACIONES

1. Para lograr una mejor calidad en los acabados, con un ahorro en tiempo y menores costos se recomienda utilizar encofrado metálico por que se logra una mayor eficiencia en la ejecución de las obras en los elementos estructurales de las edificaciones de concreto amado ubicadas en la zona B1 de la ciudad de Abancay – Apurímac
2. Se recomienda utilizar encofrado metálico en elementos estructurales, porque se ahorra en tiempo y se obtienen mayores rendimientos en consecuencia las obras se concluyen en menos tiempo.
3. Se recomienda los encofrados metálicos con respecto al encofrado convencional por que se logra un ahorro en la ejecución de las obras incidiendo en el costo total del proyecto.
4. Se recomienda usar en encofrado metálico porque se logra una mejor calidad en el acabado de la superficie.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfonzo, N. (26 de Julio de 2012). *Obtenido de Técnicas e instrumentos de recolección de datos cualitativos*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos93/tecnicas-e-instrumentosrecoleccion-datos-cualitativos/tecnicas-e-instrumentos-recoleccion-datos-cualitativos.shtml>
- Andres, O. (2015-2016). *Análisis comparativo del costo y tiempo de construcción de una vivienda de dos plantas tipo clase baja utilizando el sistema constructivo no convencional hormi 2 y el sistema constructivo tradicional*. Guayaquil - Ecuador.
- Arapa, M. & Maldonado, L. (2019). *Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del cusco – 2017(tesis de pregrado)*. Cusco, Perú.
- Arce, J. (2018). *Nivel de productividad en el encofrado y vaciado de concreto armado empleando encofrados metálicos y auto hormigoneras, respectivamente, en la obra: reconstrucción y equipamiento de la I.E.P. Santa Inés – Yungay – Ancash, 2016(tesis de pregrado)*. Huaraz, Ancash, Perú.
- Arequipa, A. (2016). *manual del maestro constructor* . Obtenido de <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/sobrecimientos/desencofrado-del-sobrecimiento.html>
- Atoche, J. (2018). *Análisis de fisuras en losas de entrepiso de concreto por temperaturas extremas en Piura 2017. (Tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Ayala, R. Chimbo, C & Yaguana, D. (2010). *Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de la Construcción.(Tesina de Seminario)*. Guayaquil-Ecuador.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Shalom 2008.
- Besomi, M. (2009). *Comparación técnica y económica entre moldajes auto trepantes y otros tipos de moldajes especializados para su uso en construcción de edificios(Tesis de Pregado)*. Chile.

- Besoni. (2019). *Comparacion Técnica y Economica entre moldajes auto trepantes y otros tipos de moldajes especializados para su uso en la construccion de edificios*. Chile.
- Caballero, A. (2014). *Metodologia integral innovadora para planes y tesis*. Mexico: Cengage Learning Editores.
- Calderon, W. (18 de Setiembre de 2015). *Scrib*. Obtenido de Formación de cangrejas en estructuras de concreto armado: <https://es.scribd.com/document/281719768/Formacion-de-Cangrejas-en-Estructuras-de-Concreto-Armado-Autoguardado-docx>
- Casas, O. (mayo de 2001). *Slide share*. Obtenido de Construcción/ concreto/patologia/origen de daños: <https://es.slideshare.net/jimmyesk1/patologia-del-concreto>
- Castañeda, J. & López, 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 de Pregrado. Lima, Perú.
- Cofresa. (s.f.). *Cofresa.es*. Obtenido de Cofresa.es: <https://www.cofresa.es/>
- Concremax . (13 de mayo de 2019). Obtenido de <http://www.concremax.com.pe/noticia/caracteristicasdeldesencofrado>
- Conocimiento, I. d. (s.f.). Obtenido de <https://www.iic.uam.es/big-data/analitica-descriptiva/>
- construcción, D. d. (s.f.). *Desencofrado*. Obtenido de Fundacion laboral de la construcción: <http://www.diccionariodelaconstruccion.com/estructuras/estructuras-de-hormigon/desencofrado>
- Córdova, M. (2003). *Estadística descriptiva e inferencial aplicaciones*. Lima: Moshera S.R.L.
- Cortés, M. & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la investigación*. México.

- Dávila, M. (2010). Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto. (*Tesis de maestría*). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Díaz, D. & Abreu, C. (D.N 2017). *Análisis comparativos de factividad entre sistema de construcción con formaletas metálicas vs método construcción de mampostería armada*(*Tesis de Pregrado*). Santo Domingo.
- Dicovski, L. (2012). *Estadística básica para ingenieros*. Nicaragua.
- Edificaciones, R. N. (s.f.). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Escobar, R. (1983). *Construcción y colocación de encofrados "armado de encofrado metálico"*. Bogotá: Sena (Servicio Nacional de Aprendizaje).
- Espinoza, I. & Guerra, F. (2018). *Análisis comparativo de costos entre losa aligerada con sistema convencional versus viguetas prefabricadas de alma abierta en edificios multifamiliares*(*Tesis de Pregrado*). Lima, Perú.
- Federación de trabajadores en construcción civil del Perú . (2018-2019). Conafovicer. *Tabla de salarios y beneficios sociales pliego nacional 2018-2019, 7*.
- Flores. (2017). *Análisis de la eficiencia*.
- German, G. (2016). *Análisis comparativo entre el sistema industrializado empleado en la constructora urbana MB SAS con un sistema convencional, para determinar las ventajas y desventajas obtenidas por la compañía*(*Tesis de Pregrado*). Bogotá.
- Gonzales, A.(6 de Junio de 2017). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/vegaprado23/madera-blanda>
- Gordillo, C. & Lázaro, R. (2014). *Comparación entre el sistema convencional de encofrado y las plataformas intermedias de trabajo; caso: estación presbítero maestro*(*Tesis de Pregrado*). Lima, Perú.
- Heredía, H. (2017). *Análisis de la eficiencia del proceso constructivo tradicional e industrializado en la partida de estructuras del centro comercial – "Open Plaza Huancayo"*(*Tesis de Pregrado*). Huancayo.

- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la Investigación 6° Edición*. MEXICO: MC. DRAW HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- Hernández, S. & Mendoza. (2018). *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill.
- Ibarra, J. (1774). *Impresor de Cámara de S. M. 1774*. Obtenido de Wikisource: https://es.wikisource.org/wiki/Portal:Joaqu%C3%ADn_Ibarra,_Impresor_de_C%C3%A1mara
- IDP. (s.f.). Obtenido de Segregacion del hormigón: <https://ingeniero-de-caminos.com/segregacion-del-hormigon/>
- Ricouard, M. (1980). *Encofrados; Cálculo y aplicaciones en edificación y obras civiles*. Barcelona-España: Editores técnicos asociados, s.a.
- Cruz, J. (2016). *Análisis de las legislaciones de cimbras en materia de prevención en reino unido, España y república dominicana(Tesis de Postgrado)*. . España.
- Kosmatka, S. Kerknolf, B. Panarese, W. & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de Mezclas de Concreto*. Illinois, EE.UU: Portland Cement Association.
- Laura, T. (2016). *Diseño de sistema de encofrados en la provincia de Angaraes-Huancavelica* . Lircay, Huancavelica.
- Lazo, K. G. (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(tesis de pregrado)*. Huancayo.
- Leon, G. (2016). *Análisis comparativo entre en sistema industrializado empleado en la constructora urbana MBSAS con un sistema convencional, para determinar las ventajas y desventajas obtenidad por la compañía*. bogotá.
- Maestro. (2019). *construyebien.com*. Obtenido de construyebien.com: <https://www.construyebien.com/construccion-columnas>
- Martínez, V. (2013). *Métodos, técnicas e instrumentos de investigación*.
- Mexico, R. (8 de agosto de 2019). *Centro Nacional de Prevención de Desastres*. Obtenido de <https://rubiconmexico.com/blog/cuales-son-los-elementos-estructurales-en-una-construccion/>).

- Moreno, J. Herrera, Á. & Robles, N. (2014). *Diagnostico del uso de encofrados en elementos estructurales de concreto para los diferentes tipos de edificaciones en la zona oriental de El Salvador.*(Tesis de Pregrado). San miguel, El Salvador, Centro América.
- Moreno, J. Robles, N. & Herrera, A. (2014). “*Diagnostico del uso de encofrados en elementos estructurales de concreto para los diferentes tipos de edificaciones en la zona oriental de el salvador*”. san miguel, El Salvador, Centro America.
- Municipalidad Provincial de Abancay. (junio de 2012). *Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Abancay*. Abancay.
- Muro, O. (19 de Marzo de 2019). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/402274250/Control-de-Calidad-de-Encofrados-en-Obra>
- Narváez, G. (2014). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/gambitguille/enfoques-de-investigacion-37890633>
- Neumann, G. E. (2017). *Análisis de costos y eficiencia del encofrado de plástico en columnas y vigas*. Cajamarca, Perú.
- Niño, V. (2011). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Omar, B. (2015-2016). *Análisis comparativo del costo y tiempo de construccion de una vivienda de dos plantas tipo clase baja utilizando el sistema constructivo no convencional hormi 2 y el sistema constructivo tradicional*. Guayaquil-Ecuador.
- Oribe, Y. (2014). *Análisis de Costos y Eficiencia del Empleo de encofrados metálicos y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de lima*(Tesis de Pregrado). Trujillo, Perú.
- Pinao, E. (2011). *Aplicacion de encofrados deslizantes en estructuras verticales*. Lima.
- Piqueras, Y. (28 de Abril de 2018). *Clasificacion de sistemas de encofrados*(tesis de pregrado). Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/clasificacion-de-encofrados/>

- placencia, M. (marzo- 2016). *Determinación y evaluación de las patologías de los muros de albañilería, columnas y vigas de concreto armado del cerco perimétrico de la institución educativa cesar vallejo 2011- distrito de los olivos ,provincia de lima, región lima,marzon 2016*. Lima.
- Rafino, M. (2020). *Metodología cuantitativa en la investigación*. Argentina.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *E - 060*. Lima - Peru : Decreto Supremo N°011 -2006 vivienda .
- Ruiz, N.(8 de Diciembre de 2015). *Slidshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/JoseNilserRuizSanchez/especies-de-maderas-en-el-per>
- Russo, I. J. (2003). *Costos y presupuestos de edificación*. capeco.
- Ruth, C. (2010). *Clasificaciones, Utilizacion e Importancia del Encofrado como elemento provisional en el Área de la Construcción*. guayaquil.
- Salinas. (2012). Mérida.
- Sánchez, N. (8 de Diciembre de 2015). *SLIDESHARE*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/JoseNilserRuizSanchez/especies-de-maderas-en-el-per>
- Sencico. (2003). *Uso de la madera en encofrados*. Lima.
- Toirac, J. (2004). Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón; origen y prevención. *ciencia y sociedad*, 29(1), 73. doi:0378-7680
- Torin, C. (2014). *sistemas constucctivos porticos* . Barquisimo .
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. En Z. R. Cordero, *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica* (pág. 12). Costa Rica: Revista Educación.

ANEXOS

Anexos 1: Matriz de consistencia

Anexos 2: Lista de edificaciones

Anexos 3: Declaratoria de autenticidad del informe de tesis

Anexos 4: Análisis de costos unitarios del encofrado convencional

Anexos 5: Análisis de costos unitarios del encofrado convencional

Anexos 6: Empresa proveedora del encofrado metálico

Anexos 7: Matriz de instrumentos de la calidad de la superficie del elemento estructural

Anexos 8: Certificación de validez por juicio de expertos

Anexos 9: Permiso y carta de autorización para acceder a las construcciones en estudio

Los anexos y otros documentos están resguardados en los archivos de la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes