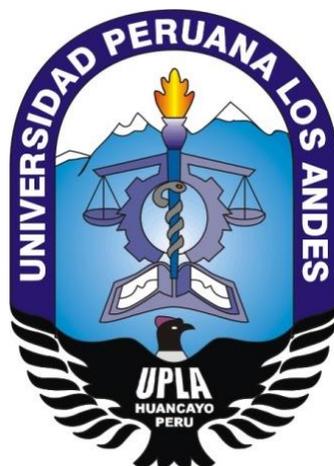


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**BLOQUETAS DE ARCILLA O DE POLIESTIRENO  
EXPANDIDO EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO  
CONSTRUCTIVO DE LOSAS ALIGERADAS EN  
EDIFICIOS MULTIFAMILIARES**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. MIGUEL RENATO CHIPANA AGUIRRE**

**Línea de investigación Institucional:**

**Transporte y Urbanismo**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**



**ASESOR**

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza

## **DEDICATORIA**

Para mi madre que siempre me educó con buenos valores para ser un buen profesional, a mi padre que cuida de mi desde el cielo, a mis hermanos que me brindan su apoyo y a veces poniéndose en el papel de padre.

Miguel Renato Chipana Aguirre

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza por su asesoramiento, por su apoyo, consejos que me permitieron terminar satisfactoriamente mi tesis.

Miguel Renato Chipana Aguirre

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

**DR. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA**  
**PRESIDENTE**

---

**PH.D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED**  
**JURADO**

---

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**  
**JURADO**

---

**ING. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA**  
**JURADO**

---

**Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA**  
**SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE

ASESOR	III
DEDICATORIA:	IV
AGRADECIMIENTO	V
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO I.	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema	14
1.2. Formulación y sistematización del problema	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Justificación	16
1.3.1. Práctica o social	16
1.3.2. Científica o teórica	17
1.3.3. Metodológica	17
1.4. Delimitación	17
1.4.1. Espacial	17
1.4.2. Temporal	18
1.4.3. Económica	18
1.5. Limitaciones	18
1.6. Objetivos	18
1.6.1. Objetivo general	18
1.6.2. Objetivos específicos	18
CAPITULO II.	
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes del estudio	19
2.2. Marco conceptual	23

2.3. Definición de términos	51
2.4. Hipótesis	51
2.5. Variables	52
CAPITULO III.	
METODOLOGÍA	54
3.1. Método de investigación	54
3.2. Tipo de investigación	54
3.3. Nivel de investigación	55
3.4. Diseño de investigación	55
3.5. Población y muestra.	55
3.6. Técnica e instrumento de recolección de datos	56
3.7. Procesamiento de la información	56
3.8. Técnicas y análisis de datos	57
3.9. Aspectos éticos de la investigación	57
4. CAPITULO V. RESULTADOS	58
4.1. Descripción de los resultados	58
4.2. Contrastación de hipótesis	62
CAPÍTULO V	
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	75
Matriz de consistencia	76
Matriz de operacionalización de variables	77
Matriz de operacionalización del instrumento	78
Instrumento de investigación	79
Validación del instrumento	80
Confiabilidad del instrumento	83
Consentimiento informado	84
La data del procesamiento de datos	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de variables.....	53
Tabla 2	Especificaciones de la obra.....	58
Tabla 3	Costos de materiales .....	59
Tabla 4	Tiempo de la obra .....	60
Tabla 5	Especificaciones de la mano de obra .....	61
Tabla 6	Análisis de regresión Variable dependiente: Costos.....	64
Tabla 7	Análisis de regresión Variable dependiente: Tiempo de estimación ...	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la delimitación espacial.....	17
<i>Figura 2.</i> El proceso de sinterización para poliestireno.....	26
Figura 3. Poliestireno para techos a dos aguas.....	28
Figura 4. Poliestireno en la cubierta primaria .....	28
Figura 5. Poliestireno para techos planos impermeables.....	29
Figura 6. Poliestireno para aislantes de paredes exteriores .....	29
Figura 7. Poliestireno como aislante térmico .....	30
Figura 8. Bloques para el aislamiento de los bloques.....	30
Figura 9. aislamiento y aligeramiento del piso .....	31
Figura 10. aislamiento como una sola pieza.....	31
Figura 11. piezas para corregir puentes térmicos.....	31
Figura 12. Sistema de múltiples capas .....	32
Figura 13. Bloques huecos de concreto o arcilla .....	48

## RESUMEN

La construcción de losas aligeradas tuvo diversas opciones (bloquetas de arcilla y poliestireno) debido a cambios y avances técnicos en función a calidad, costos y tiempos. Objetivo: determinar el efecto del tipo de bloquetas (convencional o poliestireno expandido) en la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo. Método: tipo aplicado, nivel explicativo comparativo, diseño no experimental y observacional. Muestra: 15 edificaciones losas aligeradas de poliestireno y 15 edificaciones con losas aligeradas de arcilla. Técnica la encuesta e instrumento la hoja de registro. El resultado demuestra el costo por m<sup>2</sup> de losas aligeradas construida de poliestireno fue S/. 190.15 y para las convencionales fue S/. 192.09 en promedio. El tiempo de ejecución con poliestireno fue de 23.27 días y con bloques de arcilla ha sido de 25.93. Concluyendo: bloquetas de poliestireno expandido mejoraron la eficiencia del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura.

Palabras claves: Bloquetas de arcilla, Bloquetas de poliestireno, eficiencia del proceso constructivo.

## **ABSTRACT**

The construction of lightened slabs has several options (blocks of clay and polystyrene) due to changes and technical advances in terms of quality, costs and times. Objective: to determine the effect of the type of blocks (conventional or expanded polystyrene) on the efficiency of the construction process of lightened slabs in medium-rise multifamily buildings in the district of El Tambo - 2019. Method: applied type, comparative explanatory level, non-experimental design and observational. Sample: 15 buildings with lightened polystyrene slabs and 15 buildings with lightened clay slabs. Technique the survey and instrument the record sheet. The result shows the cost per m<sup>2</sup> of lightened slabs built of polystyrene is S /. 190.15 and for conventional ones it is S /. 192.09 on average. The execution time for slabs with polystyrene is 23.27 days and with clay blocks it is 25.93 days. In conclusion: expanded polystyrene blocks improve the efficiency of the construction process of lightened slabs in medium-rise multifamily buildings.

Keywords: Clay blocks, Polystyrene blocks, efficiency of the construction process.

## **INTRODUCCIÓN**

El proceso constructivo de losas aligeradas, tienen múltiples opciones, sin embargo, los cambios y avances técnicos han ido delimitando los mejores, en función a calidad, costos y tiempos. Uno de los materiales que ingresaron al mercado peruano para la construcción ha sido las bloquetas de poliestireno expandido, el cual aún hoy en día es cuestionable sobre su utilización (incendios y ser altamente inflamable) y sin embargo las bloquetas de arcilla aunque en menor proporción presentan riesgos (terremotos), por ello en este caso la investigación se centra en determinar el efecto del tipo de bloquetas (convencional o poliestireno expandido) en la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo, visto desde los costos y el tiempo de ejecución.

La investigación está estructurada en cinco capítulos: el capítulo I detalla el planteamiento del problema, desde la descripción de la realidad problemática, la delimitación, las justificaciones (social, teórica y metodológica) y los objetivos de la investigación.

Luego el capítulo II presenta el marco teórico que abarca las bases conceptuales, teóricas y los antecedentes de la investigación.

En el capítulo III, la metodología de la investigación detalla los procedimientos con los cuales se realizó la presente investigación.

Para luego pasar al capítulo IV que contiene resultados, en la parte final y discusión, finalmente se termina la presente con las conclusiones, y recomendaciones.

**Bach. Miguel Renato Chipana Aguirre**

# **CAPITULO I.**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

El proceso constructivo de las edificaciones, específicamente de losas aligeradas, tienen actualmente múltiples opciones, y cada una de ellas suele ser usada reiterativamente a nivel mundial, sin embargo, los cambios y avances técnicos han ido delimitando los mejores, en función a calidad, costos y tiempos. Uno de los materiales que ingresaron al mercado para la construcción ha sido las bloquetas de poliestireno expandido, el cual aún hoy en día es cuestionable sobre su utilización (por riesgos climatológicos y ser altamente inflamable) y las bloquetas de arcilla.

Bloquetas de poliestireno expandido están hechas de Poliestireno Expandido (EPS) el cual es un material de espuma rígida liviana que se produce mediante la polimerización del estireno, en el sector de la construcción, se usa debido a su desempeño particular en términos de ligereza, resistencia, propiedades de aislamiento y bajo costo, pues posee un rendimiento técnico suficiente para competir con los productos tradicionales, incluso cuando los requisitos son muy específicos, aunque son particularmente baratos, disponibles y fáciles de usar (Gottfried , 2008). Su uso se da frecuentemente en edificios para sellos verticales, y puede aplicarse internamente en huecos o

acoplarse al yeso y las láminas para aislamiento externo, así como en sistemas de luz, componentes prefabricados y en sistemas de fachada ventilada.

El proceso constructivo son fases ordenadas para llevar a cabo la construcción de un edificio, así como la delimitación de algunos factores que permiten la optimización de este, caso del tiempo de ejecución de la obra o proyecto y los costos implícitos en ello (Gómez, 2010).

(Bašková, Kozlovská, Tažiková, & Struková, 2017) han determinado que el costo del material de las losas de poliestireno expandido para la construcción es relativamente alto en Eslovaquia, y el beneficio sobre la reducción de los costos de construcción no se ha podido confirmar. Zakwan et al., (2014) en su investigación encontró que la losa de núcleo ligeras tiene un costo similar o menor con un período de construcción más corto. Avecillas, (2016) sugiere desde un análisis referencial y técnico, mantener el uso del poliestireno a fin de optimizar costos y tiempos del proceso constructivo.

Aime, (2015) menciona que al utilizar las prelosas se ha reducido el costo del proyecto en un 10.80 %. Así también el tiempo de duración del proyecto ha sido reducido hasta en un 15.%. Consigna & Gómez, (2017) mencionan que los costos unitarios de hacer uso del poliestireno expandido en losas aligeradas, es similar al convencional, exceptuando en un ahorro en el personal (cantidad) y tiempo de ejecución. Aylas, (2017) demostro que las placas colaborantes presentan mayores costos que con la losa aligerada, y el tiempo es menor. Rivera, (2017) muestra que el sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero, tienen mejores resultados pues el peso es menor en 42.86% y su resistencia es 70.27% mayor. Además, rebaja el costo en un 9.55%, y el tiempo de ejecución en 27 días.

Todo lo mencionado y referenciado anteriormente requiere ser analizado en la zona o realidad problemática, del distrito del El Tambo, pues pese a que el poliestireno expandido es utilizado, no es empleado con frecuencia, manteniendo el uso de bloques convencionales (arcilla), en esta zona es necesario conocer cuáles son los factores del proceso constructivo que limita a los pobladores, el uso de cada uno de los tipos de bloquetas de estudio,

planteándose como problema ¿De qué manera el tipo de bloquetas (arcilla o poliestireno expandido) afecta la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo?

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera el tipo de bloquetas (arcilla o poliestireno expandido) afecta la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿De qué manera el tipo de bloquetas afecta los costos del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo

¿De qué manera el tipo de bloquetas afecta el tiempo de ejecución del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Práctica o social**

En el ámbito de la construcción, al lograr optimizar y minimizar los costos y el tiempo de ejecución de la obra, se está cumpliendo con características propias de este sector, y, al identificar la realidad constructiva en el distrito de El tambo, respecto al uso de bloquetas de arcilla y las hechas de poliestireno, se consigue cambios en la tecnología constructiva que permitan a los pobladores tener la posibilidad de acceder a información, clara y detallada que le sugiera, el mejor resultado en el proyecto de vivienda que estos emprendan, teniendo la posibilidad de disminuir costos y tiempo de ejecución de su proyecto.

### **1.3.2. Científica o teórica**

La presente investigación termina respondiendo a un soporte teórico técnico, en el cual se menciona que el uso del poliestireno expandido, disminuye los costos generados durante el proceso constructivo de losas aligeradas, sin embargo, con esta investigación logro contrastar la teoría, a fin de validar la hipótesis planteada.

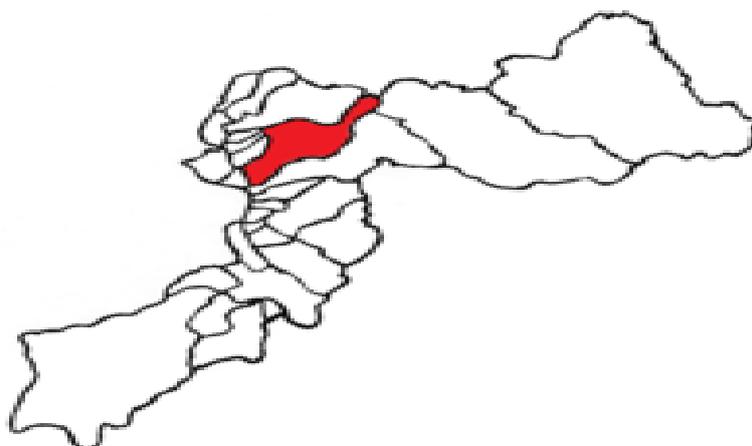
### **1.3.3. Metodológica**

El análisis metodológico, tiene un soporte cuantificable, es decir al margen del nivel descriptivo de la investigación, se espera culminar con el análisis explicativo, delimitando el efecto del material de las bloquetas en el proceso constructivo de las losas aligeradas de edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo, pudiendo al finalizar la investigación establecer lo más óptimo, en tiempo, costos y ahorro de materiales.

## **1.4. Delimitación**

### **1.4.1. Espacial**

El ámbito de estudio de la investigación fue el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, Departamento de Junín.



*Figura 1.* Mapa de la delimitación espacial

Fuente: Google maps

### **1.4.2. Temporal**

El periodo en el que se ha desarrollado la investigación comprendió todo el año 2019, periodo en el cual se aplicó los instrumentos para el correcto análisis de la investigación.

### **1.4.3. Económica**

En el aspecto económico se ha trabajado con el soporte financiero completo por parte del investigador, quien ha asumido toda la responsabilidad.

## **1.5. Limitaciones**

Así mismo una de las limitaciones de la investigación fue la cantidad de encuestas que se trabajó para el análisis de esta investigación, pues se ha tenido que visitar aleatoriamente a 30 edificaciones de El Tambo pues ello, ha permitido contextualizar las variables de estudio en ámbito más amplio, pese a las dificultades y costos elevados en lo que se ha incurrido en este proceso.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar el efecto del tipo de bloquetas (convencional o poliestireno expandido) en la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

Establecer el efecto que tiene el tipo de bloquetas en los costos del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo.

Establecer efecto que tiene el tipo de bloquetas en el tiempo de ejecución del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo.

## **CAPITULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del estudio**

La presente investigación se delinea como una que tiene un nivel de investigación exploratorio, dado que no se tiene evidencia acerca del tema de trabajo en específico, de la misma manera, los antecedentes que se presentan dan una idea desde el punto de vista de la aplicación de mediciones de la deformación y por ende se presentan en la siguiente parte de la tesis, algunos de estos.

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales:**

Fatma & Chandrakar, (2018) tiene como objetivo de la investigación comparar las losas convencionales de losas elaboradas con poliestireno expandido, para ello realizo un análisis descriptivo de la losa cubierta de burbujas como un método para eliminar el concreto del medio de una losa de piso y las losas de poliestireno cuya alta densidad reemplazan el concreto ineficaz en el centro de la losa, disminuyendo el peso y aumentando la eficiencia del piso. En los resultados se puede diferenciar que, losa convencional y losa de cubierta de burbujas se moldean con varias disposiciones de burbujas, que es una disposición continua de burbujas dentro de la losa completa y dos tipos de disposición de burbujas alternativas en la losa. Y tratando de aumentar la fuerza creciente de esa losa. Esto

implica la realización de un elemento monolítico de la losa, que estará sujeto a cargas gravitacionales estáticas para determinar la capacidad de carga de la losa, la deformación (deflexión), el craqueo y las características de falla. Las conclusiones resultantes se utilizarán para definir los mecanismos de falla y se destacarán las ventajas de la losa de cubierta de burbujas, en términos de estructura.

Bašková et al., (2017) buscaron centrar su análisis en la comparación de varias variantes de soluciones de losa de peso ligero desde el punto de vista del costo de construcción. En el estudio de caso comparativo, se comparan las siguientes soluciones de losa de peso ligero: el sistema de losas anuladas Cobiax, el sistema de losas anuladas U - Boot Beton, el sistema de losas anuladas Quad - Deck, la losa de vigas monolíticas y la losa Spiroll. El estudio de caso se ha determinado que el costo de construcción real de las soluciones de losa liviana. Como el costo del material inevitable para la construcción del moderno sistema de losas vacías es relativamente alto en Eslovaquia, el beneficio ampliamente presentado de las soluciones de losa ligeras relacionadas con la reducción de los costos de construcción no se puede confirmar por completo.

Riad & Shoeib, (2018) tuvieron como objetivo principal de este trabajo estudiar el rendimiento de losas planas de hormigón reforzado estructuralmente expuestas al fuego bajo cargas excéntricas y concéntricas. Su delimitación metodológica ha sido enfocada bajo muestras experimentales incluyeron once losas cuadradas probadas con dimensiones típicas de 150 mm de espesor y 1750 mm en total. longitud. La sección transversal de la columna era 200 x 200 mm en el centro de la losa. La densidad de la espuma de poliestireno ligera utilizada. El concreto era de 1820 kg / m<sup>3</sup>. Los patrones de grietas, curvas de desviación de carga, deformaciones de acero, desviación durante el incendio, reducción en la desviación durante el enfriamiento por aire, y la deflexión residual después del incendio y el enfriamiento fueron investigados. Los resultados experimentales mostraron que la carga de craqueo y la carga máxima de la losa probada con espuma de hormigón se redujeron en comparación con los

de hormigón normal. A partir del análisis de los resultados, se encontró que el incendio causó una reducción en las cargas finales en el caso de concreto de espuma probado losas en comparación con la de losa de hormigón de peso normal. Y también, la deformación de la losa de concreto de espuma probada durante el incendio fue incremento en comparación con losa de hormigón de peso normal. En un estudio teórico, el factor de modificación para calcular el máximo la fuerza de perforación permitida se evaluó de acuerdo con los códigos ACI-318 y BS-8110, y los factores de reducción de la compresión se hizo fuerza durante el incendio.

Avecillas, (2016) propone una alternativa estructural-constructiva frente imperiosa necesidad de buscar aligerar techos y entresijos de manera segura, de fácil ejecución, con costos adecuados y pesos bajos por medio del poliestireno expandido. Ello va sustentada en un método analítico descriptivo, donde el modelo planteado como alternativa ha sido calculada analíticamente como numéricamente. En el primer caso se aplicaron los métodos del análisis y diseño estructural. Posteriormente el autor ha recibido o realizado la investigación con soporte de programas computacionales de elementos finitos (MEF) reconocidos como el SAP2000. Encontrando entre sus resultados que el diseño estructural de techos y entresijos de edificios, donde la alternativa estructural-constructiva sugiere por la recopilación de otras investigaciones el aspecto técnico, mantener el uso del poliestireno a fin de optimizar costos y tiempos del proceso constructivo.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales:**

Sanchez, (2016) en su investigación ha realizado un análisis comparativo entre la losa aligerada de ladrillo, losa aligerada de poliestireno y losa de placa colaborante, en una vivienda multifamiliar de 6 pisos que se encuentra en la provincia de Huaraz, Para este análisis el autor utilizó sistemas de investigación de gabinete, empleando en este proceso el método descriptivo; a fin de caracterizar detalladamente el proceso constructivo, así como el comportamiento estructural en el programa ETABS 2016 y el análisis de precios unitarios de cada uno de los sistemas de

entrepiso en estudio. Los cálculos fueron realizados en cuadros comparativos donde se estableció los pesos propios de las losas, desplazamientos de las losas, momentos máximos y mínimos de las viguetas, cantidad de materiales y precios unitarios cotizados por m<sup>2</sup> de construcción.

Consigna & Gómez, (2017) tiene como foco principal, comparar el costo estructural al usar losas aligeradas con casetones de poliestireno expandido mientras que por otro lado se hizo uso del ladrillo de arcilla en una edificación, para ambos casos se ha considerado el diseño estructural el análisis de precios, o costo unitarios en función del m<sup>2</sup>. El análisis metodológico fue descriptivo, comparativo y la población u objeto de estudio ha sido un edificio multifamiliar de 8 niveles. Se ha corroborado que el efecto del uso de losas aligeradas con poliestireno expandido sobre el análisis de costos unitarios y la reducción en la cantidad de material encontrando que los costos unitarios al hacer uso del poliestireno expandido en losas aligeradas, es similar al convencional, exceptuando en un ahorro en el personal (cantidad) y tiempo de ejecución.

Aylas, (2017) tuvo como principal s analizar la construcción de las losas con placas colaborantes y losas aligeradas para ello utilizó como metodología el análisis comparativo para el costo y tiempo, también fue de tipo aplicada o tecnológica, y es de nivel descriptivo, para obtener los resultados se ha hecho uso de la técnica de análisis documental, la población está conformada por las construcciones Unifamiliares ubicados dentro del distrito de Chilca. Los resultados demostraron que las placas colaborantes presentan mayores costos que con la losa aligerada, por tanto, se ha concluido que constructivamente es viable el uso de losas aligeradas puesto que el costo y tiempo es menor.

Rivera, (2017) busco determinar el nivel de aporte del sistema prefabricado de losa aligerada vigacero frente al sistema convencional, en edificaciones de 6 pisos en Huancayo, la metodología empleada en la investigación es aplicada o tecnológica, de nivel descriptivo - explicativo y

como diseño de investigación no experimental, Para ello se tienen como objeto o población de estudio todas las edificaciones de 6 pisos del distrito de Huancayo destinadas al uso de viviendas, el tipo de muestreo es no probabilística o dirigida a edificios de 6 pisos, ubicados en San. Los resultados muestran que el sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero, tienen mejores resultados pues el peso es menor en 42.86% y su resistencia es 70.27% mayor. Además, rebaja el costo en un 9.55%, y el tiempo de ejecución en 27 días.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Poliestireno expandido.**

El Poliestireno Expandido (EPS) es un material de espuma rígida liviana que se produce mediante la polimerización del estireno, un derivado del aceite que también se encuentra naturalmente en alimentos como las fresas, nueces y frijoles. El agente espumante empleado es pentano.

El término se refiere a un aislante sintético con una estructura celular que se usa en la construcción, ya sea en su forma "sinterizada" (en cuyo caso se llama EPS y se usa principalmente para aislamiento y revestimiento de paredes) o su forma "extruida" (en la cual, En este caso, se llama XPS y se usa para el aislamiento y el recubrimiento de paredes, especialmente cuando es necesario que el material sea resistente a los impactos y a la compresión o sea más agradable estéticamente.

El EPS es un material versátil y duradero que ofrece excelentes propiedades de aislamiento. Como la estructura de EPS está compuesta por un 98% de aire, sus propiedades térmicas iniciales se mantienen durante toda su vida útil. Se puede fabricar en una amplia gama de formas y tamaños. Es no tóxico, resistente a la humedad y resistente a la putrefacción.

El EPS se utiliza principalmente como un material de aislamiento térmico efectivo para paredes, techos y pisos en una amplia gama de edificios. También se utiliza como material de embalaje y tiene aplicaciones para evitar la formación de material de relleno en proyectos de ingeniería

civil, como relleno ligero en la construcción de carreteras y ferrocarriles, y como material de flotación en la construcción de pontones flotantes en puertos deportivos.

El Poliestireno Expandido (Thermocol) ofrece un método no hidroscópico y no absorbe fácilmente la humedad de la atmósfera. Su estructura de celdas cerradas reduce la absorción y / o la migración de la humedad, es inestable, rígido, con celdas expandidas El poliestireno expandido que contiene un 98% por su volumen aún atrapado en su celda y es la razón principal de sus excelentes propiedades de aislamiento.

Debido a su estructura de celda cerrada, ofrece una notable resistencia al calor no deseado, el enfriamiento y la humedad para penetrar a través de él y también brinda un producto rígido y estructuralmente fuerte para soportar diversos tipos de cargas y vibraciones. No decae ni envejece con el tiempo y proporciona un aislamiento permanente de por vida sin un mantenimiento regular. La superficie perfecta, uniforme y lisa la hace adecuada para optar por techos falsos y fácil de instalar, transportar y enlucir en ella.

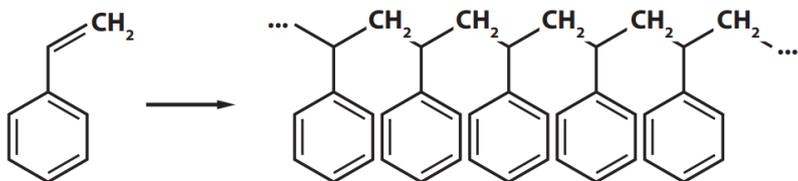
El poliestireno expandido es uno de los polímeros más conocidos. El proceso de polimerización fue descubierto en 1875 por Blyche y Hoffmann, y su aplicación a escala industrial comenzó en 1936 (Gottfried, 2008). El poliestireno es un compuesto aromático lineal compuesto por largas cadenas de hidrocarburos caracterizadas por la presencia de grupos fenilo, también conocidos como anillos de benceno. El poliestireno se crea a través de la polimerización del estireno, un anillo de benceno de hidrocarburo aromático único. Además de la presencia del anillo de benceno, el estireno se caracteriza por un doble enlace  $C = C$  en la cadena lateral que le otorga una mayor reactividad (mayor capacidad de enlace). El poliestireno se forma a través de la reacción de múltiples monómeros de estireno. En función de las condiciones de reacción, es posible regular la longitud de la cadena de polímero; por lo general consiste en 500-2000 monómeros de estireno.

El aumento de la reactividad del estireno se asocia con una serie de contraindicaciones que requieren medios de producción decididamente

delicados. Los problemas relacionados con la pureza y la estabilidad del material solo se resolvieron en la década de 1930 mediante procedimientos económicamente convenientes, lo que permitió una comercialización más amplia (Kruse & Zucal, 1996). El estireno se extrae del petróleo. Está claro que el estireno representa un derivado básico a partir del cual los productos deseados se obtienen a través de procesos industriales apropiados. Como causa de diferentes enfermedades respiratorias, el estireno se caracteriza por su peligro para la salud humana. También es un carcinógeno probable, clasificado por la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) como carcinógeno 2B en 1994. Las características del poliestireno expandido dependen constantemente de las sustancias y procesos que se utilizan durante la fase de producción, que condicionan y controlan las propiedades principales del producto terminado, como ocurre generalmente en todos los plásticos. Industrialmente, pasando del poliestireno expandible al expandido, se utilizan tres tipos de procesos: "en bloque" (el más común se divide en dos fases: el primero ocurre a 80 ° C, que transforma una pequeña parte de estireno en un polímero; el segundo, que se produce entre 180 y 200 ° C, forma la polimerización completa); "En emulsión" (el estireno se asocia en agua con surfactantes y catalizadores que aceleran las reacciones); "En suspensión" (el estireno se mantiene en suspensión en agua mediante agitación mecánica) (Kruse & Zucal, 1996).

La delicadeza de estos tres procesos radica sobre todo en el tratamiento del estireno, tanto en las fases de transporte como de almacenamiento, debido a la particular inestabilidad de este compuesto, que lo hace altamente inflamable. El resultado de estos procesos productivos son las perlas sólidas de poliestireno expandido que varían en tamaño de 0.1 a 2 mm. A través de diferentes procesos, se obtienen dos productos muy similares que difieren en densidad: XPS (espuma de poliestireno extruido) y EPS (poliestireno expandido sinterizado). Los dos también difieren en la forma en que se expanden: utilizan diferentes agentes de expansión. Si bien XPS aún se expande con propelentes que contribuyen a la formación del orificio de ozono, como el freón (CFC - clorofluorocarbonos, HCFC -

hidroclorofluorocarbonos), hoy en día el EPS se produce con agentes expansores distintos al freón. En particular, el hidrocarburo pentano se utiliza en su fase gaseosa. Vale la pena mencionar que el pentano, aunque no contribuye a la expansión del orificio de ozono, todavía tiene un impacto ambiental significativo.



*Figura 2.* El proceso de sinterización para poliestireno

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

#### 2.2.1.1. Poliestireno expandido en el sector constructivo

Se destaca el uso sustancial de plásticos en el sector de la construcción, principalmente debido a su desempeño particular en términos de ligereza, resistencia, propiedades de aislamiento y bajo costo. La característica común de los productos de poliestireno es que poseen el rendimiento técnico suficiente para competir con los productos tradicionales, incluso cuando los requisitos son muy específicos, aunque son particularmente baratos, disponibles y fáciles de usar (Gottfried , 2008).

La muy baja resistencia a la compresión de la EPS en comparación con la resistencia aumentada de XPS es evidente, junto con cómo, en general, el rango de temperatura de operación del poliestireno es siempre muy limitado en comparación con otros productos. Desde el punto de vista estético, el EPS es suave al tacto y su estructura perlada es claramente evidente. Las principales aplicaciones de este material en la construcción son el aislamiento térmico en huecos y pisos, la reducción de puentes térmicos y cualquier discontinuidad en la envolvente del edificio

en general, además del aislamiento contra el ruido de la banda de rodadura.

XPS, por otro lado, es más compacto y tiene una superficie más agradable. Las aplicaciones de construcción principales de este material son para aislamiento exterior, aislamiento de elementos estructurales, revestimiento de superficies sujetas a compresión (pavimentos industriales) y aislamiento para puentes térmicos (ya sean discontinuidades geométricas o materiales en la estructura). Su mayor compacidad la hace utilizable para elementos visibles.

Como se mencionó para el poliestireno expandido, XPS se usa a menudo dentro del sobre del edificio. Para sellos verticales, puede aplicarse internamente en huecos o acoplarse al yeso y las láminas para aislamiento externo. Se utiliza en sistemas de luz, componentes prefabricados y en sistemas de fachada ventilada. También se utiliza en la preparación de sellos y formas para moldear formas concretas particulares. Se aplica ampliamente en cubiertas de techo en forma de paneles y, en particular, en contornos para tejas bajo techo. Entre los diferentes tipos de poliestireno expandido, el poliestireno extruido es más caro. Debido a esto, su uso en la construcción de sobres está más bien limitado a partes estructurales o visibles. En contraste, el poliestireno de baja densidad, que es menos costoso, tiene características mecánicas más pobres y una apariencia más modesta, lo que lleva a su uso en áreas más ocultas. Se muestran varias figuras, que muestran los usos más comunes del poliestireno expandido en la construcción.

En el caso de techos a dos aguas, el poliestireno extruido puede situarse sobre el marco principal, entre las vigas y el marco secundario (Fig. 2),

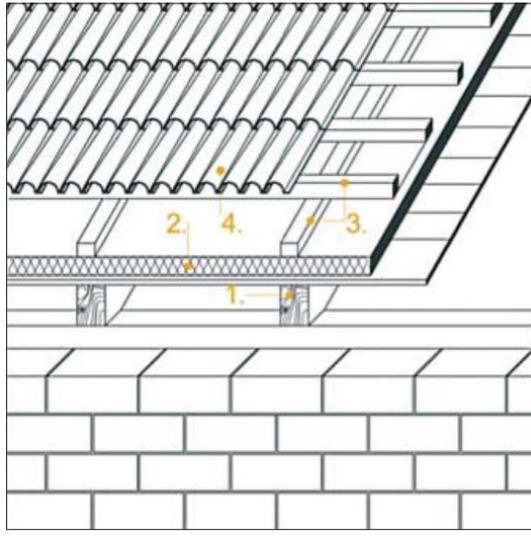


Figura 3. Poliestireno para techos a dos aguas

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

o insertarse dentro del marco debajo de la cubierta primaria (Fig. 3);

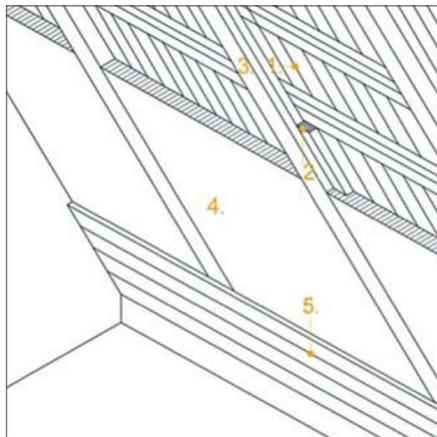


Figura 4. Poliestireno en la cubierta primaria

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

en el caso de los techos planos, el poliestireno puede situarse debajo o sobre los sofitos, protegido por capas impermeables (Fig. 4).

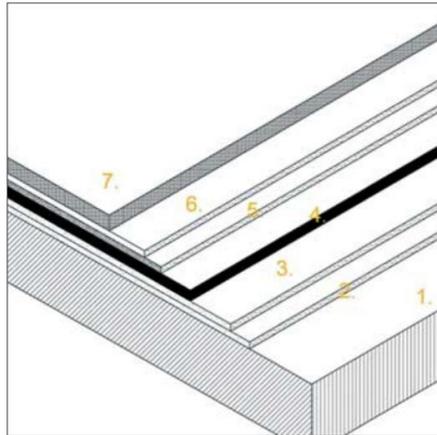


Figura 5. Poliestireno para techos planos impermeables

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

Sin embargo, como material aislante en las paredes exteriores, el EPS debe estar protegido por algún revestimiento, como yeso y una capa de acabado, o por elementos prefabricados anclados a la pared preexistente (Fig. 5).

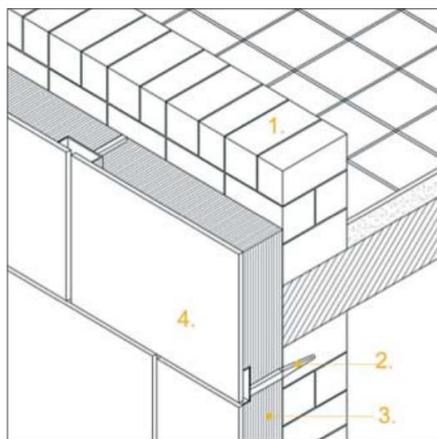


Figura 6. Poliestireno para aislantes de paredes exteriores

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

La Figura 6 muestra la aplicación de EPS para corregir puentes térmicos, garantizando la continuidad del material aislante colocado fuera de los elementos de construcción con diferentes propiedades térmicas

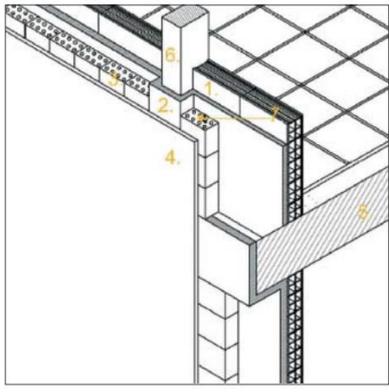


Figura 7. Poliestireno como aislante térmico

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

La figura 7 muestra una posible solución de integración entre aislamiento de EPS y elementos de pared (bloques).

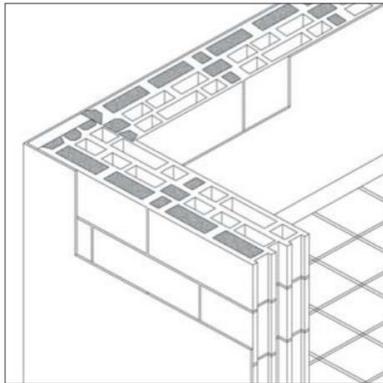
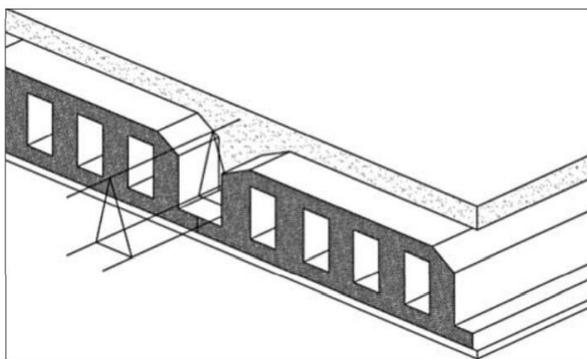


Figura 8. Bloques para el aislamiento de los bloques

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

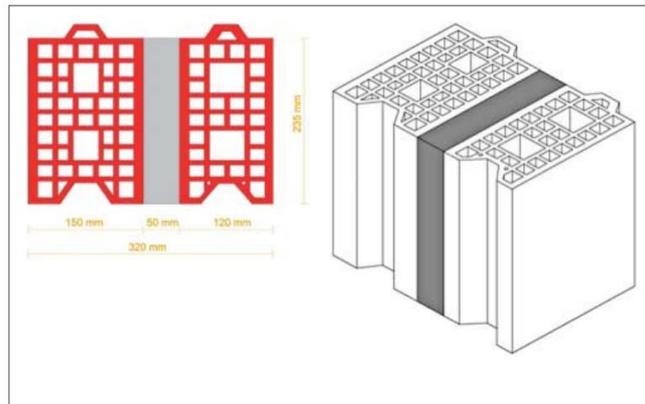
La Figura 8 muestra un ejemplo de aislamiento y aligeramiento del piso haciendo uso de piezas estampadas en EPS.



### Figura 9. aislamiento y aligeramiento del piso

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

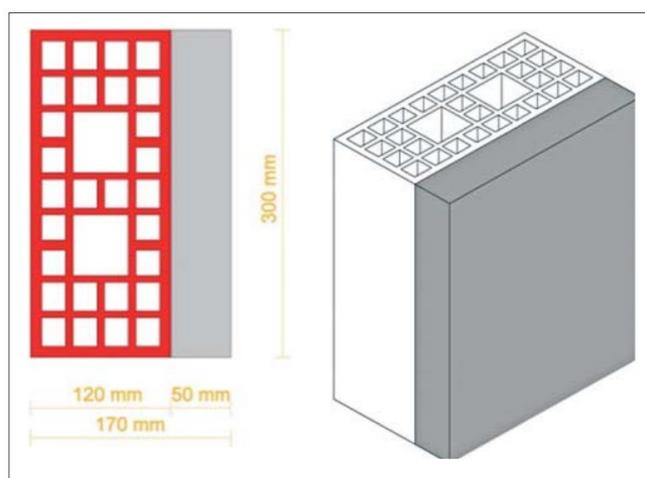
Para cumplir con las estrictas regulaciones sobre el rendimiento energético, el sector de la construcción ofrece diferentes soluciones integradas. Un ejemplo es la aplicación de aislamiento como una sola pieza (Fig. 9).



### Figura 10. aislamiento como una sola pieza

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

También se proporcionan componentes especiales, como piezas para corregir puentes térmicos causados por la presencia de elementos estructurales en la fachada (Fig. 10).



### Figura 11. piezas para corregir puentes térmicos

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

Poliestireno expandido, insertado en el sistema de múltiples capas, se usa ampliamente en la construcción de envolturas, elementos debajo de ventanas, elementos de "cara dividida", elementos de esquina y elementos de cobertura de costura (Fig. 11).

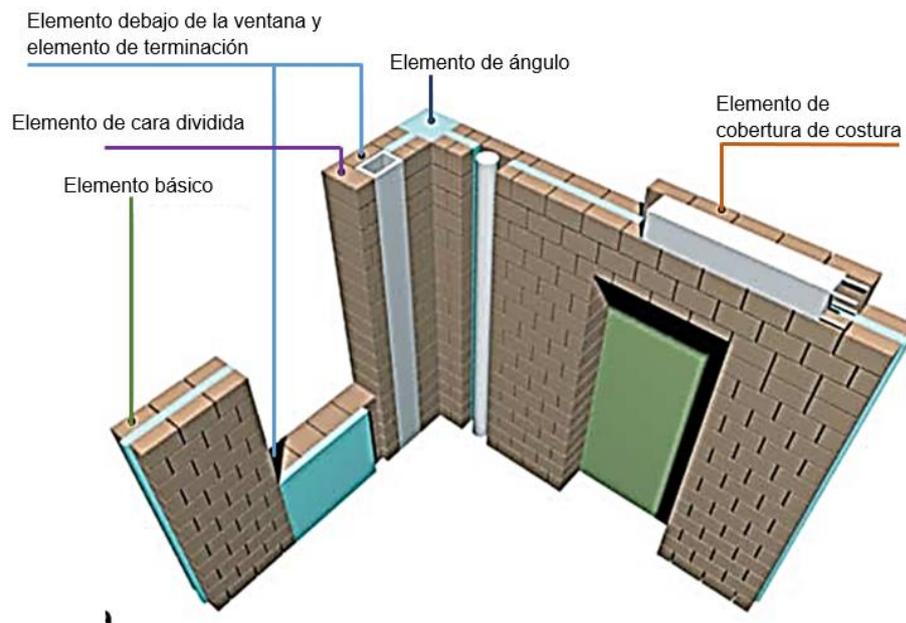


Figura 12. Sistema de múltiples capas

Fuente: (Villavecchia V., Ubaldini I., Eigenmann G., 1977). Catalizadores

El amplio uso del poliestireno expandido en la construcción es posible gracias a su: fácil disponibilidad: el material se comercializa a través de una red, que permite su disponibilidad en todo el territorio; bajo precio: este es seguramente el mejor activo para una red de distribución. La tabla de la Figura 20 enumera los precios del aislamiento de poliestireno expandido (2010) y el aislamiento a base de minerales.

Usando la misma unidad de medida para facilitar la comparación, se puede calcular aproximadamente un precio de 1,85 € / m<sup>2</sup> para poliestireno expandido con un grosor de 2 cm y una densidad de 30 kg / m<sup>2</sup> (la más cara de la lista), 70 % menos

que el precio del corcho; alto rendimiento de aislamiento; bajo peso estructural: la baja densidad de EPS permite un menor impacto del peso en las estructuras de soporte. En comparación con el aislamiento de corcho (165 kg / m<sup>3</sup>), el EPS (30 kg / m<sup>3</sup>) tiene un impacto de peso decididamente menor.

Alta versatilidad y fácil aplicación: Los productos de poliestireno expandido encuentran un amplio uso en cualquier parte de la cubierta de la carcasa, ya que se puede estampar en cualquier forma. Ni el corte, que se realiza con cuchillas afiladas o sierras de resistencia eléctrica, ni el montaje y acoplamiento a otros materiales requiere ningún tipo de manipulación o atención especial.

#### **2.2.1.2. El poliestireno expandido no es un material ecológico.**

Los profundos cambios ambientales en el planeta y el gran impacto de la construcción en la determinación de tales condiciones, exigen una revisión seria de los materiales de construcción, comenzando con sus técnicas de fabricación. Los trabajadores deben prestar mayor atención a las soluciones disponibles y verificar su calidad ambiental, no solo con respecto a las características técnicas del producto individual, sino también los efectos que su uso tiene en los sistemas sociales y ambientales locales y globales. Esta actividad es exigente, pero necesaria para adoptar soluciones adecuadas a los problemas encontrados y los contextos operativos; es la única garantía de bienestar común. Ambos productores, que se encargan de las acciones necesarias para reducir los efectos negativos en la fase de producción y distribución, y brindan comunicación técnica crítica y detallada, y diseñadores, cuya tarea es elegir soluciones apropiadas desde el punto de vista energético, ambiental y social, están llamados a pagar más atención. Muchos estudios que tratan

el rendimiento térmico y acústico de los materiales aislantes y su impacto ambiental se pueden encontrar en la literatura. Entre los artículos que presentan el estado de la técnica en materiales aislantes utilizados para la construcción, Papadopoulos (2005) realizó un trabajo interesante, que revisó las características físicas, técnicas y ambientales de los principales productos. A la luz de este estudio preliminar, aunque limitado a los datos públicos, el poliestireno no se considera un material respetuoso con el medio ambiente por las razones que se resumen en los siguientes puntos, que indican cómo se puede reducir en su uso en la construcción debe esperarse y perseguirse.

#### **2.2.1.3. Transporte y almacenamiento de material primario.**

Los materiales utilizados para la producción de poliestireno no se distribuyen uniformemente en todo el territorio. Esto implica que una parte significativa del impacto relacionado con este material específico se compone de su transporte (en carreteras y ferrocarriles) y almacenamiento. Por ejemplo, para que no se esponga a la luz o al calor, el estireno debe transportarse en contenedores de baja temperatura y almacenarse en almacenes y tanques subterráneos en salas bien ventiladas de acuerdo con normas muy estrictas destinadas a reducir incendios y la posible contaminación ambiental. Las características peligrosas del estireno aumentan los riesgos para la población y los hábitats naturales, sobre todo durante el movimiento y el almacenamiento. Las principales sustancias que se liberan en un incendio pueden ser:

acrilonitrilo es un líquido incoloro e inflamable que es extremadamente tóxico si se ingiere, inhala o absorbe a través de la piel, con síntomas muy específicos y evidentes de intoxicación: debilidad, dolor de cabeza, cansancio, irritabilidad, dispepsia, hipotensión y problemas cardíacos, también es "... capaz de

liberar cianuro de hidrógeno" (Crepet M., 1984). La investigación experimental, aunque todavía no está respaldada por suficientes datos oficiales o evidencia epidemiológica para desencadenar una prevención apropiada, considera que el acrilonitrilo es un potente carcinógeno;

butadieno, un gas incoloro e inflamable con un olor perceptible; es un irritante y depresivo para el sistema nervioso central (Kruse H., Zucal A., 1996).

#### **2.2.1.4. Procesos de producción**

Los procesos en la producción de poliestireno expandido son contaminantes: utilizan materias primas a base de fósiles y productos de combustión. A modo de ilustración, la Figura 25 muestra las emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de material producido; También se proporciona la masa equivalente de dióxido de carbono emitido en la producción de un panel aislante de 1 m<sup>2</sup>. Para un rendimiento equivalente, los aisladores sintéticos derivados del petróleo tienen un mayor impacto. Además, el benceno, el etileno y el estireno, los componentes principales del poliestireno, son responsables de la formación de ozono a bajas altitudes (Kruse H., Zucal A., 1996).

El uso de aditivos y catalizadores utilizados en la creación del material también se puede agregar a los efectos que estos materiales tienen en el medio ambiente (consulte la siguiente sección). Respecto al pentano, el agente de expansión utilizado para aumentar el volumen de poliestireno, los estudios científicos han descubierto cómo contribuye al aumento del smog fotoquímico (Kruse H., Zucal A., 1996), un factor que aumenta la presencia troposférica del ozono, que es perjudicial para la salud. En cuanto al consumo de energía, la cantidad de energía absorbida en su producción se encuentra entre las más altas en comparación con otros materiales con capacidades de

aislamiento equivalentes. También debe incluirse la energía consumida en su transporte y almacenamiento, tanto en el manejo como en el enfriamiento del estireno. La suma de todo este consumo hace que el proceso de producción por unidad de poliestireno sea uno de los que más energía consumen y uno de los más responsables de la producción de gases de efecto invernadero.

#### **2.2.1.5. Su aplicación es fuertemente limitada**

El poliestireno expandido se debilita bajo la radiación solar directa; no es resistente a la radiación UV ni a los disolventes, y no puede utilizarse a temperaturas superiores a 75–85 ° C debido a la presencia de estireno (Gottfried A., 2008). De hecho, el material no es muy resistente al calor y es estable solo hasta 70 ° C; pero incluso temperaturas superiores a 55 ° C aceleran el envejecimiento del material (Wienke, 2004). También hay otros factores que hacen que su uso sea peligroso.

El poliestireno, incluso si es efectivo para reducir el consumo de energía en el invierno, no responde bien con respecto a la acumulación de energía térmica necesaria para un buen aislamiento de verano. Los materiales de baja densidad no permiten que se acumule energía, básicamente porque son muy ligeros, con una capacidad calorífica limitada y, en consecuencia, una baja inercia térmica. Esta última característica determina el tiempo entre la absorción de energía y su liberación; es directamente proporcional a la densidad del material. Por lo tanto, la importancia de un diseño correcto también surge como una función para reducir el consumo de energía durante el verano para la refrigeración. El problema energético del verano actualmente requiere una atención particular al diseñar un edificio y sus sistemas, a fin de enfrentar: el cambio climático, caracterizado por un aumento de la temperatura y largos períodos

de calor; y un alto consumo de energía conectado a los medios más comunes de enfriamiento de edificios en verano, basado en el uso de acondicionadores de aire que a menudo se caracterizan por una gran entrada de energía.

## **2.2.2. Proceso constructivo**

Según Gómez (2010) son fases ordenadas para llevar a cabo la construcción de un edificio, el proceso se compone de las siguientes fases:

### **2.2.2.1. La selección del terreno para la construcción**

La primera etapa de construcción de la estructura es la compra de terrenos para la construcción del edificio residencial. El terreno más óptimo se determina en esta etapa. El terreno debe cumplir con el suministro equilibrado de materiales de construcción y los recursos de las estructuras para el período de construcción y los requisitos operativos necesarios.

Es necesario considerar una serie de factores cuando se selecciona la tierra:

- **Infraestructura.** La presencia de infraestructura urbana y su desarrollo es el factor más importante en la elección de la tierra. La proximidad a las áreas centrales es deseable, pero el costo de estas tierras es muy alto. Sin embargo, la ubicación lejos de la ciudad tampoco garantiza el alto interés de los compradores. Sobre esta base, debe prestar atención a las parcelas de terreno para la construcción de un edificio de apartamentos en una parte de los suburbios en rápido crecimiento.
- **Servicios.** Esto incluye la proximidad de las redes de agua, electricidad y cables telefónicos.
- La situación ambiental en este ámbito.
- La densidad de los edificios existentes.

- La densidad de la vegetación.

Se realiza una evaluación integral de las perspectivas de desarrollo de la región para conocer la escala de la demanda potencial de vivienda en este sector entre la población. Los terrenos para la construcción de un edificio residencial deben tener una reputación legal impecable.

En esta etapa se concluye el acuerdo de venta o acuerdo sobre el arrendamiento de la tierra.

#### 2.2.2.2. **Diseño del proyecto**

Después de la adquisición de la tierra el trabajo puede comenzar. Es necesario desarrollar un estudio de factibilidad para comenzar el trabajo en el proyecto.

El estudio de viabilidad es un documento que presenta la información de la que se deduce la conveniencia (o falta de experiencia) de la creación de un proyecto. El estudio de viabilidad contiene un análisis de los costos y beneficios de cualquier proyecto. Un estudio de viabilidad permite a los inversores determinar si invertir en el proyecto propuesto.

Se espera que los siguientes ítems se muestren en el estudio de factibilidad:

- Proceso tecnológico.
- Requisitos a la infraestructura de producción.
- Equipo básico, herramientas y equipo.
- Personal y mano de obra.
- Costo consolidado de los productos.
- La duración del proyecto.

- Eficiencia económica.
- Impacto ambiental.

En esta etapa se realiza un levantamiento topográfico y geológico. El levantamiento topográfico se realiza con el objetivo de crear mapas topográficos y planos de ubicación mediante el uso de mediciones del testimonio de puntos geodésicos del terreno en el que se encuentra el objeto.

La encuesta topográfica es necesaria para:

- Obtención de permiso para la construcción del edificio.
- Diseño de objetos de construcción de capital.
- La comunicación.
- La creación del plan maestro.

Se realizan estudios geológicos para determinar la confiabilidad del sitio. La elección del tipo de cimentación y el diseño posterior se basan en datos de propiedades físico-químicas del suelo y el régimen hidrológico del sitio (en particular, el nivel de agua subterránea). Si hay poco o ningún dato de investigaciones de ingeniería, la probabilidad de errores de ingeniería durante el diseño aumenta. Posteriormente, una cimentación mal diseñada puede causar deformación y destrucción prematura de los edificios construidos.

Los estudios geológicos incluyen:

- Perforación de pozos de ingeniería geológica.
- Muestreo de suelo y agua para estudios de laboratorio de las propiedades químicas y físico-mecánicas.
- Estudio de la estructura geológica del territorio que se destina a la construcción.
- Estudiar el régimen hidrológico, la química de las aguas subterráneas y las características de los suelos en un área determinada.

- Identificación de procesos existentes y potenciales, que constituyen un peligro para la construcción.

Diez elementos de ingeniería geológica se identifican de acuerdo con la composición y las propiedades físicas en el área de estudio.

Las condiciones hidrológicas de la zona se caracterizan por la presencia de aguas subterráneas. La oscilación máxima de la amplitud multianual del nivel del agua subterránea es de 1.50-1.80 m.

La conclusión se da en la forma de un documento que tiene fuerza legal. La conclusión tiene fuerza legal cuando la organización cuenta con el permiso oficial para realizar trabajos en el sitio de construcción.

#### **2.2.2.3. Pericia y aprobación de proyectos.**

La experiencia del proyecto es una de las etapas principales proporcionadas por la seguridad de los objetos de construcción. En el curso de la experiencia, los especialistas revelan discrepancias en el proyecto e inconsistencias con los documentos de planificación urbana, documentos de alcance y requisitos legales. El examen es realizado por los profesionales más calificados y experimentados en el campo de la gestión de proyectos (Orihuela, 2009).

#### **2.2.2.4. Fase cero**

- La fase de construcción se divide en las siguientes partes principales:
- La preparación del sitio de construcción.
- La disposición de los ejes de un edificio.
- Trabajos de excavación.
- Trabajos de fundación

- La construcción de muros exteriores del edificio.
- Suministro de comunicaciones.
- La instalación del techo.
- Instalación de particiones internas.
- Instalación de ventanas de plástico.
- Redes de comunicación interna.
- Dispositivo de solera de suelo.
- Trabajos de decoración de interiores.
- Obras de decoración de fachadas y reformas en todos los espacios públicos.

La fase cero es la preparación del sitio de construcción, la disposición de los ejes de un edificio, las obras de excavación y los trabajos de cimentación.

### **La preparación del sitio de construcción.**

La preparación del sitio es un paso requerido. Los trabajos preparatorios anteriores se realizan para crear condiciones favorables para que comiencen los trabajos de construcción (Orihuela, 2009).

- La preparación del sitio de construcción incluye:
- La construcción de caminos temporales y caminos de acceso al sitio de construcción.
- Servicio de colocación temporal.
- Áreas para estacionamiento de maquinaria de construcción.
- La cerca de la obra.
- Preparación de locales temporales.

### **La disposición de los ejes de un edificio.**

La construcción industrial moderna requiere un soporte geodésico confiable. Los edificios monolíticos de varios pisos se caracterizan por los altos requisitos de precisión de las estructuras

de montaje. El incumplimiento de las tolerancias especificadas, las variaciones y la acumulación de errores complican la producción de las obras. Conduce a la reducción de la capacidad de carga y la estabilidad de los elementos individuales y del edificio en su conjunto (Orihuela, 2009).

La precisión de la construcción del edificio base es el complejo de obras geodésicas. Parte del cual se relaciona con el período preparatorio de obras, y la segunda parte se lleva a cabo durante la construcción del edificio. Incluye:

- El establecimiento del plan geodésico con consolidación de ejes en el edificio con la posibilidad de mover los ejes a los pisos.
- Transferencia de ejes a cada piso de la planta (un nuevo horizonte de montaje)
- Instalación de ejes intermedios y auxiliares en cada piso de piso montado.
- La definición del horizonte de montaje en los pisos.
- Redacción de esquemas ejecutivos de planta.

### **Trabajos de excavación**

El tipo principal de movimiento de tierras en la construcción de un edificio de varios pisos es la excavación de pozos de cimentación. La excavación incluye zanjas para la comunicación.

En esta etapa se utilizan equipos especiales, como excavadoras y excavadoras. La excavación se puede dividir en dos etapas: trabajo preparatorio y excavación directa para la construcción. Los trabajos preparatorios son los más importantes. Todas las etapas posteriores en la construcción y la seguridad de

las instalaciones de operación dependen de los trabajos preparatorios (Orihuela, 2009).

Para trabajos de excavación y construcción adecuados, es importante definir claramente los volúmenes de terraplenes y excavaciones. La selección de la máquina también es importante para los trabajos de ejecución correctos. El equipo se selecciona de acuerdo con los datos geodésicos que determinan la dificultad del nivel de excavación.

Una vez terminados los trabajos preparatorios, se sigue la segunda etapa. En esta fase se cava un pozo. Inicialmente se remueve la capa superior del suelo fértil. En el futuro se utilizará para la mejora de los territorios adyacentes. Durante los trabajos de excavación, la masa se retira y se transporta en un punto prepreparado. Se cortan las pendientes, se planea el fondo del foso. El pasaje se realiza en una sola capa. El nivel de la excavadora de estacionamiento en la superficie de la tierra está por encima del nivel del terreno desarrollado. La profundidad máxima de excavación es de 2,5 m desde la superficie del terreno. Es esencial sellar la base de la fosa para el dispositivo monolítico con cimientos reforzados.

### **Trabajos de fundación**

La construcción de cimientos de pilotes está prevista en el proyecto. La cimentación se compone de pilotes con sección de 350x350 mm y losa de rejilla de concreto reforzado monolítico con 800 mm de espesor en la preparación de concreto de 100 mm.

Para el equipo que desciende a la fosa durante el período de apilado y asado, el descenso se realiza con piedra triturada utilizando un revestimiento de losas de pavimento de concreto reforzado con un ángulo de inclinación de 10 °. En toda la zona

de la fosa se dispone una preparación de arena con un grosor de 300 mm para los movimientos de la plataforma de perforación y la grúa sobre orugas.

La instalación de pilas solo está permitida después de recibir resultados positivos de pruebas estáticas. Las pilas probadas están determinadas por la supervisión. Las pilas de acuerdo con el proyecto se conducen mediante el uso de equipos especiales diseñados para la acumulación con una longitud de 16 m.

Antes de la instalación de las estructuras de hormigón armado monolítico, se deben realizar los siguientes trabajos preparatorios:

- Las máquinas, herramientas, accesorios y equipos requeridos, así como el refuerzo de acero y los elementos de encofrado se entregan en el sitio de construcción.
- El eje de construcción y los puntos de referencia son fijos y adoptados de acuerdo con el acto

Antes de hormigonar la losa de cimentación, se debe realizar el siguiente trabajo preparatorio:

- Se organiza la extracción de aguas subterráneas y superficiales.
- La base está preparada para la losa de hormigón armado.
- Los trabajos de encofrado y refuerzo son completados y aceptados por el acto.

El encofrado se coloca alrededor del perímetro de losa de hormigón armado de cimentación monolítica. La instalación del encofrado comienza con los puntos de esquina.

Tras el posicionamiento, los elementos de encofrado se apoyan inmediatamente con puntales. El hormigonado de losas se realiza mediante una bomba especial. La mezcla de concreto debe colocarse en capas horizontales con el ancho de 1.5-2 m del mismo espesor sin huecos. Después de la construcción del

sótano, la superficie de las paredes internas y la losa de cimentación se cubren con dos capas impermeables encoladas y se aíslan con losas de lana mineral.

El relleno de la excavación se realiza con un equipo especial. El coeficiente de compactación es mayor que 0,98. El relleno de la losa de cimentación de concreto reforzado monolítico se proporciona con arena de grano grueso, el contenido de grumos congelados no debe exceder el 20%.

### **Construcción**

Asuntos legales: En esta etapa, el contrato y la participación empresarial se firman entre el desarrollador y el cliente. Según este contrato, el cliente invierte en la construcción de edificios de varios pisos, el desarrollador, después de la construcción, entrega al comprador el apartamento en el edificio.

Estructuras de hormigonado de las partes aéreas: La construcción de hormigón prefabricado es una de las tecnologías más avanzadas utilizadas en la construcción de edificios y estructuras. El proceso de construcción monolítico es la construcción de diferentes componentes de mezclas que contienen concreto y encofrados especiales. El encofrado es una estructura especial con una forma especial para la colocación de hormigón. La construcción adquiere resistencia, rigidez y resistencia a los cambios de forma, tamaño y otras propiedades de la estructura del concreto (Orihuela, 2009).

Trabajo de mecanismos de levantamiento de carga: La construcción de las partes aéreas y el suministro de materiales de construcción se realizan con la ayuda de la grúa de torre Liebherr 180 EC-H10 con una longitud de pluma de 50.0 m y una capacidad de 10,0 3,15 toneladas. La selección de grúas torre se basa en

tres parámetros principales: capacidad de carga, radio y altura de elevación

Arreglo de muros y tabiques: La albañilería es una construcción, que consiste en piedras colocadas en el mortero en un cierto orden. La mampostería soporta cargas de peso propio y otros elementos estructurales, descansando sobre la mampostería y cargas unidas a los elementos.

Construcción de cubierta y techo: La cubierta de acero perfilada es de panel de acero galvanizado con láminas de acero con recubrimiento anticorrosión adicional. El grosor es de 0,8 a 1 mm, la longitud es de 6 a 9 m y el ancho es de 0,7 a 0,85 m. El apilamiento se amplía al tamaño de la tarjeta de 6x3.4 a 12x12 m en los soportes horizontales cuando se instalan los recubrimientos. La tarjeta agrandada decking perfilada se levanta con el travesaño. La tarjeta está unida a las vigas y vigas con una pistola de construcción o con la ayuda de pernos autorroscantes. La distancia entre los puntos de fijación es de 500 a 600 mm.

Una barrera de vapor de película plástica y aislamiento de losa de lana mineral dura y seca se colocan en la parte superior de la cubierta perfilada.

Las losas de aislamiento térmico se colocan de manera tal que no se formen huecos a través de las losas. El techado es producido por rodillos.

### **Trabajos de decoración de interiores.**

Los trabajos de decoración interna se llevan a cabo después de la aceptación de las superficies de los muros y los techos por parte de la Comisión, con la participación de representantes de subcontratistas involucrados en los trabajos de decoración.

### **Logro del territorio**

El desarrollador también debe ocuparse de la regeneración del área local para realizar los apartamentos en el edificio de varias plantas erigido de acuerdo con las regulaciones de planificación de la ciudad. Los patios de recreo, la presencia de vegetación, macizos de flores, pavimentos o pavimentos frente a las entradas, brindan rutas de acceso para vehículos, arreglos de estacionamiento para residentes y sus invitados y arreglos de alumbrado público se establecen en muchos proyectos para la comodidad de los residentes.

### **2.2.3. Losas aligeradas**

#### **2.2.3.1. Bloques de arcilla**

La construcción de bloques de concreto ha ganado importancia y se ha convertido en una alternativa válida a los ladrillos de arcilla cocida. Los ingredientes esenciales del concreto son el cemento, el agregado (arena, grava) y el agua. Los bloques de hormigón se producen en una gran variedad de formas y tamaños. Pueden producirse manualmente o con la ayuda de máquinas (Salas, 2009).

Los bloques de concreto más comúnmente usados son de tamaño:

- Longitud: 40cm (bloques medios: 20cm)
- Altura: 20cm
- Ancho: 8/10/15 / 20cm
- ArCli usa los tamaños 14,5 x 29 x 14 cm, 14,5 x 14,5 x 14 cm (ancho x largo x alto)

Los bloques sólidos no tienen cavidades o, no tienen vacíos que no superen el 25% del área de la sección transversal bruta.

Los bloques huecos son el tipo más común de bloques de concreto, con uno o más orificios que están abiertos en ambos

lados. El área vacía total puede representar el 50% del área transversal bruta.

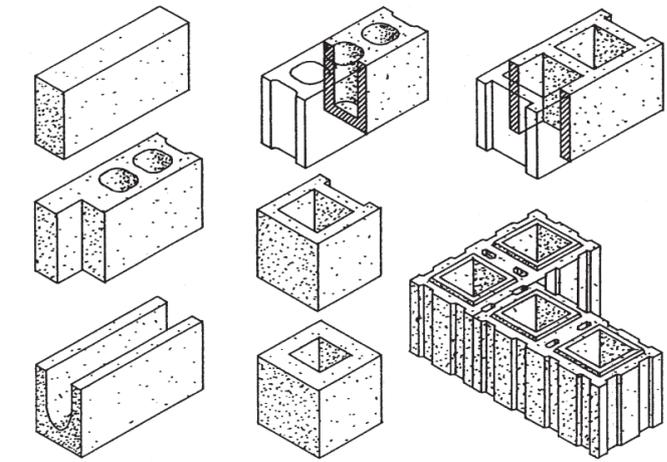


Figura 13. Bloques huecos de concreto o arcilla

Fuente: (Salas, 2009)

### **Ventajas técnicas**

Bloques sólidos:

- Alta resistencia a la compresión, resistencia a la intemperie, al impacto y a la abrasión.
- Capacidad de ser moldeado en componentes de cualquier forma y tamaño.
- Buena resistencia al fuego hasta unos 400 ° C.
- Construcción rápida
- Muy buena estabilidad

### **Bloques huecos:**

- Puede hacerse más grande que los bloques sólidos
- Son más ligeros en peso
- La construcción de muros es fácil y rápida.

- Los vacíos se pueden llenar con barras de acero y concreto, logrando una alta resistencia a los terremotos
- El espacio aéreo proporciona un buen aislamiento térmico.
- Las cavidades pueden ser utilizadas para instalación eléctrica y fontanería.

### **Ventajas económicas**

- La producción se puede iniciar con poco capital.
- Menos tiempo de trabajo requerido para el trabajo de colocación de ladrillos con bloques de concreto.
- Menor consumo de mortero.
- Generalmente, los costos de producción de los bloques de concreto son ligeramente más bajos que los de los ladrillos cocidos.

Los bloques de concreto huecos se producen desde hace mucho tiempo en nuestro país para aprovechar el espacio de aire en el bloque de concreto. Pero se observa que, debido a varias otras razones, y el ancho del espacio de aire es más alto que el valor prescrito para iniciar la corriente de convección del calor en el espacio de aire. Por lo tanto, la ventaja de la resistencia térmica del espacio de aire no se siente. Para obtener una mejor resistencia térmica, los buenos materiales de aislamiento como lana mineral, lana de vidrio, poliestireno expandido, polietileno expandido, espuma de poliuretano, etc., se vierten en los agujeros de los bloques de concreto huecos.

Un bloque de concreto se conoce como una unidad de mampostería de concreto (CMU) en la industria de la construcción. Los bloques de concreto pueden ser sólidos o huecos con dos o tres huecos u orificios. Los bloques de concreto son ideales para cimientos y paredes de sótanos y tabiques en

cualquier hogar que se pueden colocar rápidamente usando bloques de concreto huecos. La pared externa se puede confeccionar utilizando bloques de concreto con sus núcleos o huecos, poros (relleno) con un buen aislamiento térmico. Tales bloques de hormigón huecos proporcionan resistencia térmica contra el frío y el calor y reducen el consumo de energía del hogar. El uso de bloques de hormigón es económico debido a la precisión dimensional y el mayor tamaño del bloque hueco conduce a la reducción de los costos de enlucido y empalme. Al verter el aislamiento en los orificios de los bloques de concreto huecos, la densidad se vuelve más baja y más liviana, lo que reduce la carga muerta. Los resultados del estudio muestran que tiene excelentes propiedades de aislamiento térmico. Dado que es un producto precurado, ahorra agua durante la construcción. No hay posibilidad de eflorescencias, por lo tanto, reducción en los costos de mantenimiento (Aparicio & Estradera, 2012).

Los bloques de hormigón no tienen una buena resistencia térmica. Al hacer estos huecos, mejora su rendimiento térmico. Pero debido a un hueco más grande y al flujo de calor por convección dentro de los orificios del bloque, su resistencia térmica no mejora mucho. Por lo tanto, para mejorar sus propiedades térmicas, se vierte un buen aislamiento térmico en los orificios del bloque. Por lo tanto, su resistencia térmica se vuelve mayor. La resistencia térmica del material se calcula como resistencias eléctricas que se combinan en paralelo o en serie y la resistencia resultante depende de si la resistencia está en paralelo o en serie (Aparicio & Estradera, 2012). En consecuencia, la resistencia resultante se calcula como,

$$R_{\text{series}} = R_1 + R_2 + R_3 +$$

$$R_{\text{paralelo}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3 + \text{-----} (1)$$

### **Cálculo del valor global de la transmitancia térmica (U)**

Tomando la resistencia térmica resultante (R) de materiales (bloque de hormigón hueco) y tomando el coeficiente de transferencia de calor de la superficie interior,  $h_i$  y el coeficiente de transferencia de calor de la superficie exterior,  $h_o$  respectivamente. El valor  $U^5$  del bloque de hormigón hueco viene dado por la ecuación que se da a continuación.

$$U = 1 / (1 / h_i + \Sigma R + 1 / h_o) \text{ ----- (2)}$$

Donde,  $\Sigma R$  es una serie  $R_o$ ,  $R_{\text{paralelo}}$   $h_i = 9.36$  &  $h_o = 17.86$  para componentes de construcción.

### 2.3. Definición de términos

**Proceso constructivo:** son fases ordenadas para llevar a cabo la construcción de un edificio (Gómez, 2010).

**Bloquetas de arcilla:** Los bloques de hormigón se producen en una gran variedad de formas y tamaños. Pueden producirse manualmente o con la ayuda de máquinas (Salas, 2009).

**Bloquetas de poliestireno:** los productos de poliestireno es que poseen el rendimiento técnico suficiente para competir con los productos tradicionales, incluso cuando los requisitos son muy específicos, aunque son particularmente baratos, disponibles y fáciles de usar (Gottfried , 2008). En el sector de la construcción, principalmente debido a su desempeño particular en términos de ligereza, resistencia, propiedades de aislamiento y bajo costo.

### 2.4. Hipótesis

#### 2.4.1. Hipótesis general

El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido mejora la eficiencia del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

## **2.4.2. Hipótesis específicas**

El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los costos del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los tiempos de ejecución del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

Bloquetas (de arcilla o poliestireno expandido), es el material o recurso que se utiliza para la elaboración de las losas aligeradas de edificios o construcciones.

Proceso constructivo de losas aligeradas, son elementos horizontales requeridos durante la elaboración del sistema de losas aligeradas, la cual forma parte de una solución eficiente para el techado de viviendas.

### **2.5.2. Definición operacional de las variables**

Bloquetas (de arcilla o poliestireno expandido), Para la investigación los bloques serán medidos en el uso o no uso de alguna edificación de mediana altura, de decir será la presencia de una variable dicotómica que permita realizar un análisis comparativo.

Eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas, El sistema de losas aligeradas, forma parte de una solución eficiente para el techado de viviendas. Para medir la eficiencia del proceso constructivo se delimitará en dos indicadores que permitirán capturar la información de manera adecuada, tiempo y costos.

### 2.5.3. Operacionalización de Variables

Tabla 1

*Operacionalización de variables*

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones y/o indicadores	Indicadores
Variable 1: Bloquetas de arcilla o poliestireno expandido	Es el material o recurso que se utiliza para la elaboración de las losas aligeradas de edificios o construcciones.	Los bloques serán medidos en el uso o no uso de alguna edificación de mediana altura, de decir será la presencia de una variable dicotómica que permita realizar un análisis comparativo.	Bloqueta de arcilla  Bloqueta de poliestireno expandido	Bloqueta de arcilla= 0  Bloqueta de poliestireno expandido=1
Variable 2: Eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas	Son elementos horizontales requeridos durante la elaboración del sistema de losas aligeradas, la cual forma parte de una solución eficiente para el techado de viviendas.	El sistema de losas aligeradas, forma parte de una solución eficiente para el techado de viviendas. Para medir la eficiencia del proceso constructivo se delimitará en dos indicadores que permitirán capturar la información de manera adecuada, tiempo y costos.	Costos          Tiempo	Precio Unitario de cada material Costo de mano de obra Cantidad de M2 techados  Horas de trabajo en cada proceso constructivo de las losas aligeradas Programación del tiempo de ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de investigación**

En la presente investigación hizo uso del método general científico, El método científico se refiere a un conjunto de técnicas para investigar fenómenos, adquirir nuevos conocimientos o corregir e integrar conocimientos previos. Para ser denominado científico, un método de investigación debe basarse en la recopilación de evidencia observable, empírica y medible sujeta a principios específicos de razonamiento. Un método científico consiste en la recopilación de datos a través de la observación y la experimentación, y la formulación y prueba de hipótesis. (Rodríguez & Valldeoriola, 2010).

### **3.2. Tipo de investigación**

La presente investigación fue realizada bajo el tipo aplicado; que, según Hernandez et al., (2010) ya que la investigación aplicada está diseñada para resolver problemas prácticos del mundo moderno, en lugar de adquirir conocimiento por el bien del conocimiento. Se podría decir que el objetivo del científico aplicado es mejorar la condición humana.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de la investigación fue explicativo- comparativo. El primero dado que, cuando el enfoque está en las relaciones causa-efecto, el estudio puede ser explicativo y explica qué causa produce qué efectos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010). Nuestra preocupación en el análisis casual es cómo una variable afecta, o es "responsable de", los cambios en otra variable. La interpretación más estricta de la causalidad es que algún factor externo produce un cambio en la variable dependiente. Y, comparativo, porque se usa a menudo en las primeras etapas del desarrollo de una rama de la ciencia. Puede ayudar al investigador a ascender del nivel inicial de estudios de casos exploratorios a un nivel más avanzado de modelos teóricos generales, invariantes, como la causalidad o la evolución

### **3.4. Diseño de investigación**

La investigación se ha bajo el diseño no experimental y observacional puesto que es la etiqueta que se otorga a un estudio cuando un investigador no puede controlar, manipular o alterar la variable predictiva o los sujetos, sino que depende de la interpretación, la observación o las interacciones para llegar a una conclusión. Por lo general, esto significa que el investigador no experimental debe confiar en correlaciones, encuestas o estudios de casos, y no puede demostrar una verdadera relación de causa y efecto. La investigación no experimental tiende a tener un alto nivel de validez externa, lo que significa que puede generalizarse a una población más grande. (Rajasekar, Philominathan, & Chinnathambi, 2006).

### **3.5. Población y muestra.**

#### **3.5.1. Población**

Para Oseda (2015), la población es la cantidad total de observaciones seleccionadas según el investigador, de la población se obtiene la muestra la cual puede estadística aleatoria, o no aleatoria o muestreo por conveniencia. La población de estudio en la presente investigación se

considera todas las edificaciones de mediana altura existentes en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

### **3.5.2. Muestra**

Así mismo se trabajó con un muestreo no probabilístico determinado por conveniencia del investigador, para lo cual se obtuvo los datos registrales, y las encuestas de 15 edificaciones de mediana altura en las cuales utilizaron los bloques de arcilla y otras 15 edificaciones en las que se han usado los bloques de poliestireno expandido.

## **3.6. Técnica e instrumento de recolección de datos**

### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

Se utilizó la técnica de la encuesta (Kothari, Kumar, & Uusitalo, 2014) puesto que en las encuestas, los investigadores suelen medir las percepciones, relaciones, actitudes, comportamientos o características de un grupo. (Creswell, 2005). Encuesta de investigación se puede utilizar para examinar temas como las actitudes de la educación general o incluso la percepción sobre algo.

### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento utilizado en esta investigación fue una hoja de registro dirigido a los pobladores de los edificios multifamiliares los cuales permitan abstraer la mayor información posible (Kothari et al., 2014)

## **3.7. Procesamiento de la información**

La información recabada en cada encuesta ha sido numerada consecutivamente, para posteriormente pasar estos datos al libro Excel, donde se ha organizado según lo requerido en la operacionalización de variables.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

El análisis descriptivo fue realizado mediante una tabla de frecuencias y porcentaje, así mismo el análisis comparativo, para determinar el uso del estadístico (que ayudará a determinar el efecto de cada tipo de bloquetas en el proceso constructivo de las losas aligeradas de edificaciones multifamiliares de mediana altura), se realizará un test de normalidad de las variables, una vez determinado el estadístico (T de Student), el cual dio inicio al análisis explicativo de la investigación.

### **3.9. Aspectos éticos de la investigación**

Para la presente investigación se contó con el permiso de cada uno de los dueños de las edificaciones, además se cumplió con los criterios, éticos establecidos en el código de ética de la Universidad Peruana los Andes

## CAPITULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de los resultados

**Tabla 2**

*Especificaciones de la obra*

<b>Descripción</b>	<b>Bloques de poliestireno</b>	<b>Bloques de arcilla</b>
<b>Tiempo de contrato</b>	21.40	23.73
<b>Tiempo de ejecución</b>	23.27	25.93
<b>Metros cuadrados</b>	148.67	156.33
<b>Número de bloques</b>	304.33	1402.00
<b>Peso total de los bloques</b>	45.65	10655.20
<b>Peso unitario de los bloques</b>	0.15	7.60

Fuente: Elaboración propia

Acerca del Tiempo de contrato se tiene un promedio de 21.4 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 23.73 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el tiempo de ejecución se tiene un promedio de 23.27 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 25.93 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en los metros cuadrados se tiene un promedio de 148.67 metros cuadrados en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene

un promedio de 156.33 metros cuadrados en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el número de bloques se tiene un promedio de 304.33 bloques en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 1402 bloques en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el peso total de los bloques se tiene un promedio de 45.65 kg en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 10655.2 kg en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el peso unitario de los bloques se tiene un promedio de 0.15 kg en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 7.6 kg en las construcciones que usaron bloques de arcilla.

**Tabla 3**

*Costos de materiales*

<b>Descripción</b>	<b>Bloques de poliestireno</b>	<b>Bloques de arcilla</b>
<b>Costo total promedio de los bloques</b>	2589.33	3353.53
<b>Costo total promedio del acero 1/2</b>	2355.03	2360.80
<b>Costo total promedio del acero 1/4</b>	663.50	663.50
<b>Costo total promedio del alambre 16</b>	311.50	312.67
<b>Costo total promedio del cemento</b>	4356.00	4243.27
<b>Costo total promedio del hormigón</b>	1615.67	1695.67
<b>Costo promedio de las obras</b>	27357.70	29362.77
<b>Costo por metro cuadrado</b>	190.15	192.09

Fuente: Elaboración propia

Acerca del Costo total de los bloques se tiene un promedio de 2589.33 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que

se tiene un promedio de 3353.53 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el costo total del acero 1/2 se tiene un promedio de 2355.03 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 2360.8 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en costo total del acero 1/4 se tiene un promedio de 663.5 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 663.5 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el costo total del alambre 16 se tiene un promedio de 311.5 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 312.67 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el costo total del cemento se tiene un promedio de 4356 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 4243.27 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el costo total del hormigón se tiene un promedio de 1615.67 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 1695.67 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el costo de la obra se tiene un promedio de 27357.7 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 29362.77 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el costo por metro cuadrado se tiene un promedio de 190.15 soles/m<sup>2</sup> en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 192.09 soles/m<sup>2</sup> en las construcciones que usaron bloques de arcilla.

**Tabla 4**

*Tiempo de la obra*

<b>Descripción</b>	<b>Bloques de poliestireno</b>	<b>Bloques de arcilla</b>
<b>Tiempo de encofrado</b>	14.87	16.07
<b>Tiempo de los bloques</b>	1.33	2.00
<b>Tiempo del acero</b>	4.20	4.67
<b>Tiempo del baseado</b>	1.00	1.00
<b>Tiempo de ejecución</b>	23.27	25.93

Fuente: Elaboración propia

Acerca del Tiempo de encofrado se tiene un promedio de 14.87 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 16.07 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el tiempo de los bloques se tiene un promedio de 1.33 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 2 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el tiempo del acero se tiene un promedio de 4.2 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 4.67 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el tiempo del baseado se tiene un promedio de 1 día en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 1 día en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el tiempo de ejecución se tiene un promedio de 23.27 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 25.93 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla.

**Tabla 5**  
*Especificaciones de la mano de obra*

<b>Descripción</b>	<b>Bloques de poliestireno</b>	<b>Bloques de arcilla</b>
<b>Número de maestros</b>	1.00	1.00
<b>Días de trabajo del maestro de obra</b>	21.40	23.73
<b>Precio de la mano de obra del maestro de obra</b>	4870.33	5043.67
<b>Número de operarios</b>	3.40	3.47
<b>Días de trabajo del operario</b>	21.40	23.73
<b>Precio de la mano de obra del operario</b>	6001.33	6780.67
<b>Número de peones</b>	3.40	3.20
<b>Días de trabajo del peon</b>	21.40	23.73
<b>Precio de la mano de obra del peon</b>	4595.00	4909.00

Fuente: Elaboración propia

Acerca del número de maestros se tiene un promedio de 1 maestro en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 1 maestro en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en los días de trabajo del maestro de obra se tiene un promedio de 21.4 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 23.73 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el precio de la mano de obra del maestro de obra se tiene un promedio de 4870.33 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 5043.67 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el número de operarios se tiene un promedio de 3.4 operarios en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 3.47 operarios en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en los días de trabajo del operario se tiene un promedio de 21.4 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 23.73 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el precio de la mano de obra del operario se tiene un promedio de 6001.33 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 6780.67 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el número de peones se tiene un promedio de 3.4 peones en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 3.2 peones en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en los días de trabajo del peón se tiene un promedio de 21.4 días en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 23.73 días en las construcciones que usaron bloques de arcilla, en el precio de la mano de obra del peón se tiene un promedio de 4595 soles en las construcciones que usaron bloques de poliestireno mientras que se tiene un promedio de 4909 soles en las construcciones que usaron bloques de arcilla.

#### **4.2. Contrastación de hipótesis**

Se debe tener en consideración que, la variable asociada a los bloques es "bloq\_peso", la que corresponden al peso de estos bloques, los cuales ponderan tanto el número de bloques y el tipo de bloque (representado en su

peso). En este sentido, se toma en cuenta que mientras más peso se tenga (correspondiente a una construcción realizada con arcilla) entonces se debería tener un nivel de costos y un tiempo de ejecución de la obra mucho más alto, en contraste, cuando el peso es bajo (correspondiente a una construcción realizada con poliestireno) entonces se debe tener un costo bajo y una realización de la construcción mucho más rápida. En este sentido, se espera a nivel teórico que el parámetro asociado tenga un signo positivo, pues con ello se comprueba lo mencionado anteriormente. Con esta aclaración se puede proceder a las pruebas de hipótesis, las cuales se manifiestan a través de un análisis de regresión, pues si bien es cierto que hay una relación entre las variables mencionadas, posiblemente la intervención de otras variables como el número de pisos y el número de metros cuadrados sean importantes en la relación, modificándola. En este sentido es mucho más práctico realizar un análisis multivariado que univariado, pues se controla de mucha mejor forma. A continuación, se presentan los resultados de la investigación.

#### **4.2.1. Hipótesis específica 1**

Ho: El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido no disminuyen los costos del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

Ha: El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuyen los costos del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

Ante esta premisa, se plantea la siguiente prueba basada en los estadísticos t Student, el cual tiene un punto crítico igual a 2. Esto quiere decir que si el valor de las variables asociadas a los bloques tiene (en valor absoluto) un estadístico t calculado inferior a 2, entonces se asume que no se tiene una relación significativa. Al respecto, se denota el cálculo siguiente para los costos:

**Tabla 6***Análisis de regresión Variable dependiente: Costos*

	Coeficientes	Desviación estándar	T - Student	p-value	Intervalo mínimo	Intervalo máximo
<b>bloq_peso</b>	<b>0.157204</b>	<b>0.05602</b>	<b>2.806236</b>	<b>0.00937</b>	<b>0.042054</b>	<b>0.272354</b>
<b>pisos</b>	-1215.61	543.1167	-2.23822	0.033988	-2332.01	-99.2218
<b>m2</b>	99.45597	8.03302	12.38089	2.09E-12	82.94386	115.9681
<b>_cons</b>	17781.83	2467.629	7.20604	1.18E-07	12709.55	22854.11
<b>N=</b>	30					
<b>r2=</b>	0.884784					
<b>r2_adj=</b>	0.87149					

Fuente: Elaboración propia

Las reglas de decisión estadística denotan que, con un nivel de significancia al 5% como mínimo, el p – valor de las pruebas t no debe ser más de 0.05 y el estadístico no debe ser menor de 2 (en valor absoluto), pues si lo fuese, entonces sería una relación no significativa, considerándose que no hay relación entre las variables y validando la hipótesis nula. Al comparar el valor calculado, se puede notar que  $2.80 > 2$  y que  $0.009 < 0.05$ . Por lo que se rechaza la hipótesis nula. Por tanto, se demuestra que el efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los costos del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

#### 4.2.2. Hipótesis específica 2

Ho: El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido no disminuyen los tiempos de ejecución del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

Ha: El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuyen los tiempos de ejecución del proceso constructivo de las losas aligeradas en

edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

Ante esta premisa, se plantea la siguiente prueba basada en los estadísticos t Student, el cual tiene un punto crítico igual a 2. Esto quiere decir que si el valor de las variables asociadas a los bloques tiene (en valor absoluto) un estadístico t calculado inferior a 2, entonces se asume que no se tiene una relación significativa. Al respecto, se denota el cálculo siguiente para la variable tiempo de estimación:

**Tabla 7**

*Análisis de regresión Variable dependiente: Tiempo de estimación*

	Coeficient es	Desviación estandar	T - Student	p-value	Intervalo mínimo	Intervalo máximo
<b>bloq_pe</b>						
<b>so</b>	0.000223	5.1E-05	4.382236	0.00016	0.000119	0.000328
				2.05E-		
<b>m2</b>	0.043095	0.007169	6.011591	06	0.028386	0.057804
				4.65E-		
<b>_cons</b>	16.83298	1.076171	15.64155	15	14.62486	19.0411
<b>N=</b>	30					
<b>r2=</b>	0.74586					
<b>r2_adj=</b>	0.727035					

Fuente: Elaboración propia

Las reglas de decisión estadística denotan que, con un nivel de significancia al 5% como mínimo, el p – valor de las pruebas t no debe ser más de 0.05 y el estadístico no debe ser menor de 2 (en valor absoluto), pues si lo fuese, entonces sería una relación no significativa, considerándose que no hay relación entre las variables y validando la hipótesis nula. Al comparar el valor calculado, se puede notar que  $4.38 > 2$  y que  $0.00016 < 0.05$ . Por lo que se rechaza la hipótesis nula. Por tanto, se demuestra que el efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los tiempos de ejecución del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios

multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

### **4.2.3. Hipótesis general**

Al respecto de las hipótesis específicas

Ho: El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido no mejora la eficiencia del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

Ha: El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido mejora la eficiencia del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.

Ahora bien, dado que las dimensiones que componen la eficiencia han sido tomadas como el tiempo de ejecución y los costos de la obra, y ambos han demostrado que tienen una relación positiva cuando se usa bloquetas convencionales, mientras que cuando se usa bloquetas de poliestireno, ambos indicadores se ven reducidos. Estableciendo que se contrasta la hipótesis alterna general.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Fatma & Chandrakar, (2018) Utiliza una metodología diferente a la empleada en la investigación pues dentro de su análisis el realiza un análisis teórico y de comparación bibliográfica referida a las cualidades de las losas de poliestireno respecto a las losas convencionales, encontrando a nivel teórico que señala que las losas del poliestireno logran disminuir el peso y aumentar pues la losa, está sujeta a cargas gravitacionales estáticas sufriendo la deflexión. En este caso la investigación fue de campo, pues el investigador, no refuta las cualidades tanto del poliestireno o de las losas de arcilla para la construcción de las losas aligeradas, si no que analiza en conjunto la eficiencia del proceso constructivo medido en el tiempo de ejecución y los costos de este, tengamos en consideración que los costos suelen variar en función a céntimos, sin embargo existe leves diferencias entre ambas, pudiendo afirmar que en un porcentaje pequeño para el dueño de obra es más eficiente construir las losas aligeradas con bloques de poliestireno.

Bašková et al., (2017) compara diversas variantes de soluciones de losa de peso ligero a partir del costo de construcción, comparando el sistema de losas anuladas Cobiax, el sistema de losas anuladas U - Boot Beton, el sistema de losas anuladas Quad - Deck, la losa de vigas monolíticas y la losa Spiroll. Pese a su interés sobre ello el autor demuestra que en el país de estudio (Eslovaquia) el costo de materiales livianos es considerablemente alto, no pudiendo confirmar que el uso de un material liviano para la construcción de losas aligeradas reduzca

los costos del mismo. Sin embargo, en el estudio si se logra encontrar esta diferencia, afirmando que no solo se reduce costos, sino también el tiempo de ejecución.

Riad & Shoeib, (2018) analiza el rendimiento del hormigón reforzado en estructuras expuesta al fuego y cuyo material usado para las losas aligeradas fue el poliestireno y las losas de hormigón, para ello se realizó un análisis experimental, simulando la exposición de ambos casos ante un incendio, encontrándose que la carga de craqueo y la carga máxima de la losa probada con espuma de hormigón se redujeron en comparación con los de hormigón normal. incendio reduce las cargas finales con concreto de espuma en comparación con la de losa de hormigón de peso normal, sucediendo lo mismo con la deformación. Este tipo de análisis difiere completamente de la investigación pues no se ha considerados eventos fortuitos y la resistencia o ventajas de estos materiales, solo se ha desarrollado la investigación en función a la comparación de costos y tiempo de ejecución de las losas aligeradas, sin embargo, este puede ser un nuevo campo de estudio, para casos especiales, donde el riesgo a incendios sea alto.

Zakwan et al., (2014) compara los costos entre-situ concreto losa y hollosa de núcleo bajo (peso ligero) encontrando que la losa de núcleo hueco (IBS ligero) tiene un costo similar o menor y a la vez se estima un período de construcción más corto (30% más corto) para las losas aligeradas, este resultado y hasta cierto punto las características de ambas investigaciones son similares en términos generales sin embargo difieren en los porcentajes, puesto que en la población de estudio, es porcentaje de disminución de tiempo y de costos es menor.

Avecillas, (2016), Sanchez, (2016) y Aime, (2015) realizan investigaciones sobre las losas aligeradas , pero desde el punto de vista del análisis constructivo, es decir la comparación del poliestireno y las losas de arcilla se da desde un enfoque técnico donde calculan analítica y numéricamente una sola construcción, bajo las simulaciones se programas como el SAP2000, ETABS 2016, sin embargo, y Aime, (2015) también analiza desde los costos,

encontrando que los costos disminuyen hasta en un 10.80 % y que el tiempo de ejecución puede reducirse hasta en 15.00 %. La parte estructural, se menciona de forma general en las bases teóricas, sin embargo, no se realiza este mismo en la parte de resultados, pues al desarrollarse la investigación con muchas muestras de estudio, este se hace muy complejo por características propias de cada construcción, desde el análisis de suelo, hasta el diseño estructural de los mismos. Por ende, la comparación va centrada en los costos y los tiempos de ejecución, cuyos valores promedios, son similares al encontrado en la investigación de Aime.

Consigna & Gómez, (2017) comparan el costo de usar losas aligeradas con casetones de poliestireno expandido y el ladrillo de arcilla en una edificación, en función al análisis de precios, o costo unitarios en función del m<sup>2</sup>. encontrando que los costos unitarios al hacer uso del poliestireno expandido en losas aligeradas, es similar al convencional, exceptuando en un ahorro en el personal (cantidad) y tiempo de ejecución. Esta es una de las investigaciones que puede ser el prototipo de lo que se buscó encontrar, sin embargo, pese a que los porcentajes son bajos, no negar que, para la población de estudio, utilizar casetones de poliestireno genera un ahorro en los costos unitarios por m<sup>2</sup>, el personal y en el tiempo de ejecución de las losas aligeradas.

Aylas, (2017) y Rivera, (2017) realizan investigaciones dentro la losa aligerada, , sin embargo las características no son similares, puesto que Aylas compara losas con placas colaborantes y losas aligeradas encontrando que las placas colaborantes presentan mayores costos que con la losa aligerada, y mayor tiempo. De forma similar Rivera, (2017) compara un sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero frente al sistema convencional, demostrando que el sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero, tienen mejores resultados pues el peso es menor en 42.86% y su resistencia es 70.27% mayor. Y disminuye el costo en un 9.55%, y el tiempo de ejecución en 27 días. Sin embargo, ambas son precedentes a otras opciones para la construcción de las losas aligeradas, pues no solo pueden ser reemplazadas con poliestireno, sino también con un sistema pre fabricado de losa aligerada vigacero.

## CONCLUSIONES

El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido mejora la eficiencia del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales, pues las dimensiones que componen la eficiencia de proceso constructivo como el tiempo de ejecución y los costos de la obra, pues al usar bloquetas de poliestireno, ambos indicadores se ven reducidos.

EL efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los costos del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales, con una T de Student de  $2.80 > 2$  y un P Valor de  $0.009 < 0.05$

El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los tiempos de ejecución del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales, con una T de Student de  $4.38 > 2$  y un P Valor de  $0.0016 < 0.05$ .

## RECOMENDACIONES

En términos generales en lo referido a la eficiencia del proceso constructivo se recomienda, que:

- Los pobladores huancaínos consideren invertir para la construcción de las losas aligeradas de sus edificaciones en el poliestireno, pues esta mejora o tiene efectos en la eficiencia del proceso constructivo. Usar el poliestireno para las losas aligeradas, pues este disminuye los costos totales por m<sup>2</sup>, aunque en cantidades insignificantes. Si se requiere que este se realice en el menor tiempo posible, es mejor usar los casetones de poliestireno, que las bloquetas de arcilla, pues según lo encontrado en la investigación el tiempo de ejecución es menor.
- Que los profesionales, no solo consideren la eficiencia del proceso constructivo en función a los costos y a los tiempos de ejecución de la construcción de las losas aligeradas, si no también tengan en cuenta los riesgos a los que puede estar expuesto estos edificios multifamiliares, o a la actividad económica que se vaya a desarrollar, pues la exposición ante incendios, puede ser contraproducente para toda la estructura de la edificación. Se recomienda realizar nuevas investigaciones que con poblaciones más grandes o con criterios metodológicos experimentales, los cuales nos permita generar nuevas tecnologías constructivas para las losas aligeradas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aime, L. B. M. (2015). *Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones con ampliación de Lean Construction comparada con losas convencionales.*
- Aparicio, A., & Estradera, J. (2012). *Aplicación del método de elementos finitos al estudio de la distorsión de tableros de puente de sección losa aligerada.*
- Avecillas, D. R. (2016). *Alternativa estructural - constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido.*
- Aylas, Ma. V. B. (2017). *Análisis de costo y tiempo en la construcción de losas con placas colaborantes y losas aligeradas en el distrito de Chilca, Huancayo -2016.*
- Bašková, R., Kozlovská, M., Tažiková, A., & Struková, Z. (2017). *The Comparative Study of Lightweight Slab Solutions in Terms of Construction Cost 1. International Journal of Applied Engineering Research (Vol. 12).*
- Consigna, A., & Gómez, R. (2017). *Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.*
- Fatma, N., & Chandrakar, V. (2018). To study Comparison between Conventional Slab and Bubble Deck Slab. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology ISO*, 5(1).  
<https://doi.org/10.17148/IARJSET.2018.5111>
- Gómez, A. (2010). Simulación de procesos constructivos. *Revista ingeniería de construcción*, 25(1), 121-141. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732010000100006>

- Gottfried A. (2008). *Il progetto tecnico e i suoi strumenti*. Hoepli.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación. Metodología de la investigación*. <https://doi.org/>- ISBN 978-92-75-32913-9
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. <https://doi.org/>- ISBN 978-92-75-32913-9
- Kothari, C., Kumar, R., & Uusitalo, O. (2014). *Research Methodology. New Age International*.  
<https://doi.org/http://196.29.172.66:8080/jspui/bitstream/123456789/2574/1/Research%20Methodology.pdf>
- Kruse, H., & Zucal, A. (1996). *Poliestireno Expandido*. (Di Mario Moscati, Ed.). Bologna.
- Orihuela, P. (2009). Aplicación de la teoría de restricciones a un proceso constructivo. *Corporación Aceros Arequipa*, 2.
- Papadopoulos, A. (2005). Estado del arte en materiales de aislamiento térmico y objetivos para futuros desarrollos. *Energy and Buildings*, 37(1), 77-86.  
<https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2004.05.006>
- Rajasekar, S., Philominathan, P., & Chinnathambi, V. (2006). Research Methodology. *Methods*. <https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3182208cea>
- Riad, M. Y., & Shoeib, A. E. (2018). Behavior of Structural Lightweight Polystyrene Foam Concrete Flat Slabs When Exposed to Fire. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 12(1), 362-374.  
<https://doi.org/10.2174/1874836801812010362>
- Rivera, D. P. (2017). *Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa*

*aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en Huancayo, 2016.*

Rodríguez, D., & Valdeoriola, J. (2010). Metodología de la investigación. *Universitat Oberta de Catalunya*, 613. Recuperado de <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>

Salas, J. (2009). *La industrialización posible de la vivienda latinoamericana*. Colombia: fondo Editorial Taller Litográfico.

Sanchez, M. (2016). *Análisis comparativo entre losa aligerada con ladrillo poliestireno y placa colaborante de una vivienda multifamiliar, Huaraz 2015.*

Wienke, U. (2004). *Manuale di bioediliza*. (Del Rome, Ed.) (3 ed). Del Rome.

Zakwan, M., Mahayudin, H., Hayder, G., Hafiz, Z., Daud, M., & Salleh, A. (2014). *La importancia del desarrollo de tecnología de concreto ligero para la industria del SII en Malasia según la comparación de costos. Applied Mechanics and Materials* (Vol. 567).

## **ANEXOS**

## Matriz de consistencia

### BLOQUETAS DE ARCILLA O DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	
a) Problema general	a) Objetivo general		a) Hipótesis general	Variable dependiente:	Tipo: Aplicado	
¿De qué manera el tipo de bloquetas (arcilla o poliestireno expandido) afecta la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo?	Determinar el efecto del tipo de bloquetas (convencional o poliestireno expandido) en la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo.	<p><b>Antecedentes Internacionales:</b>                      Fatma &amp; Chandrakar, (2018) Estudiar la comparación entre losa convencional y losa para cubierta de burbujas.                      Bašková et al., (2017) Estudio comparativo de soluciones de losas ligeras en términos de coste de construcción                      Riad &amp; Shoeib, (2018) Comportamiento de losas planas de hormigón de espuma de poliestireno ligero estructural cuando se exponen al fuego                      Avecillas, (2016) Alternativa estructural - constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido.</p> <p><b>Antecedentes Nacionales:</b>                      Sanchez, (2016) Análisis comparativo entre losa aligerada con ladrillo poliestireno y placa colaborante de una vivienda multifamiliar, Huaraz 2015                      Consigna &amp; Gómez, (2017) Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.</p>	El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido mejora la eficiencia del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.	Bloquetas de arcilla o poliestireno expandido	Nivel Comparativo, explicativo	
b) Problemas específicos	b) Objetivos específicos			b) Hipótesis específicos	Variable independiente	<b>Método</b> General científico Específico de matemático, de medición estadística
¿De qué manera el tipo de bloquetas afecta los costos del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo?	Establecer el efecto que tiene el tipo de bloquetas en los costos del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo.			El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los costos del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.		Diseño: No experimental, de corte transversa Tipo de muestreo: Muestreo no probabilístico, por conveniencia. 15 edificaciones de mediana altura con techo aligerado de arcilla y 15 con techos aligerados de poliestireno expandido
¿De qué manera el tipo de bloquetas afecta el tiempo de ejecución del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo?	Establecer efecto que tiene el tipo de bloquetas en el tiempo de ejecución del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo.		El efecto de las bloquetas de poliestireno expandido disminuye los tiempos de ejecución del proceso constructivo de las losas aligeradas en edificios multifamiliares de mediana altura en el distrito de El Tambo frente a las bloquetas convencionales.	Eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas	Población Todas las edificaciones de mediana altura que se encuentren en el distrito de El Tambo.	
					Técnicas Técnica de observación estructurada participante y análisis registral y encuesta	
					Instrumentos Fue una hoja de registro dirigido a los pobladores de los edificios multifamiliares.	

## Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones y/o indicadores	Indicadores
Variable 1: Bloquetas de arcilla o poliestireno expandido	Es el material o recurso que se utiliza para la elaboración de las losas aligeradas de edificios o construcciones.	Los bloques serán medidos en el uso o no uso de alguna edificación de mediana altura, de decir será la presencia de una variable dicotómica que permita realizar un análisis comparativo.	Bloqueta de arcilla  Bloqueta de poliestireno expandido	Bloqueta de arcilla= 0  Bloqueta de poliestireno expandido=1
Variable 2: Eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas	Son elementos horizontales requeridos durante la elaboración del sistema de losas aligeradas, la cual forma parte de una solución eficiente para el techado de viviendas.	El sistema de losas aligeradas, forma parte de una solución eficiente para el techado de viviendas. Para medir la eficiencia del proceso constructivo se delimitará en dos indicadores que permitirán capturar la información de manera adecuada, tiempo y costos.	Costos  Tiempo	Precio Unitario de cada material Costo de mano de obra Cantidad de M2 techados  Horas de trabajo en cada proceso constructivo de las losas aligeradas Programación del tiempo de ejecución del proyecto

## Matriz de operacionalización del instrumento

Variables	Dimensiones y/o indicadores	Indicadores	Items de la ficha de registro
Variable 1: Bloquetas de arcilla o poliestireno expandido	Bloqueta de arcilla  Bloqueta de poliestireno expandido	Bloqueta de arcilla= 0  Bloqueta de poliestireno expandido=1	Área Tipo de bloquetas para el techo aligerado: arcilla o poliestireno Peso del bloque: Kg.
Variable 2: Eficiencia del proceso constructivo de las losas aligeradas	Costos          Tiempo	Precio Unitario de cada material Costo de mano de obra Cantidad de M2 techados  Horas de trabajo en cada proceso constructivo de las losas aligeradas Programación del tiempo de ejecución del proyecto	Costo de la bloquetas...Cantidad y precio Acero corrugado 1/2... Cantidad y precio Acero corrugado 1/4... Cantidad y precio Acero corrugado 3/8... Cantidad y precio Arena..... Cantidad y precio Malla..... Cantidad y precio Alambre recocido N° 16 ... Cantidad y precio Cemento..... Cantidad y precio. Hormigón..... Cantidad y precio Costo de la mano de obra del proyecto Tiempo de ejecución de la obra



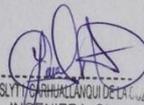


# CONSTANCIA

Juicio de experto

Yo, Yeslyt Ines Carwallanqui De la Cruz, con Documento Nacional de Identidad No. 70344230 certifico que realicé el juicio de experto al instrumento presentado por el alumno Chipana Aguirre, Miguel Renato, en la investigación titulada: "Bloquetas de arcilla o de poliestireno expandido en la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares".

Huancayo, noviembre del 2019


**FIRMA**

## FICHA DE VALIDACIÓN

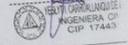
Experto: Yeslyt Ines Carwallanqui De la Cruz Grado Académico: Ingeniera Civil

Título de la investigación: **BLOQUETAS DE ARCILLA O DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOSAS ALIGERADAS EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES**

Indicadores	Criterios	Deficiente		Baja				Regular				Buena				Muy Buena				
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado																			X
OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables																		X	
ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																			X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica																		X	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y cantidad																			X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para responder a la investigación																	X		
CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos																			X
COHERENCIA	Entre los indicadores																			X
METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																			X
PERTINENCIA	Es útil y adecuado para la investigación																			X

PROMEDIO DE VALORACIÓN 9  
 a) Deficiente    b) Baja    c) Regular    d) Buena    e) Muy Buena

Opinión de aplicabilidad: a) Deficiente



## Confiabilidad del instrumento

### Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	15	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	15	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,964	19

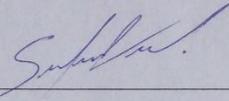
## Consentimiento informado

### Formulario de Consentimiento

He sido invitado a participar en la investigación **“Bloquetas de arcilla o de poliestireno expandido en la eficiencia del proceso constructivo de losas aligeradas en edificios multifamiliares - Huancayo - 2019”** conozco el propósito, nivel y procedimiento de la investigación. Se me ha proporcionado el nombre del investigador que puede ser fácilmente contactado usando el nombre y la dirección que se me ha dado de esa persona.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte mi ejercicio profesional.

Firma del Participante



Fecha 19/09/2020 Día/mes/año

## La data del procesamiento de datos

Nº	Nombre	Dirección	Distrito	Nº de M2	Tipo	Peso de	Nº bloq	o de la bloquo corrugad		o corrugad		orrurru		ren		Mall		re recocid		Cemento		Hormigón		
								Preci	Cantida	Preci	Cant	P	C	P	C	P	Canti	Preci	Cant	Preci	Cant	Preci	Canti	
1	Mosquera G	Jr. 2 de Mayo	El tambo	4	110	1	7.60	1090	2.35	1090	27	65	9	60					4.5	50	23.5	160	60	20
2	Carhua Oré L	Jr. Libertad 1	El tambo	5	100	1	7.60	1050	2.4	1050	27.5	70	9	65					4.5	55	23.5	150	65	22
3	Cuñar Soto N	Santa Barbar	Incho	5	120	1	7.60	1100	2.35	1100	28	70	8.5	65					4	50	23.5	170	60	20
4	Lozano Barra	Calle Ignacio	El tambo	4	180	1	7.60	1550	2.5	1550	27	90	9	75					4.5	80	23.5	210	65	28
5	Torres Basal	Av. Las Colin	Pio Pata	5	140	1	7.60	1225	2.35	1225	27.5	85	9	70					4	70	23.5	180	60	22
6	Inversiones y	Jr. Tacna 870	El Tambo	4	160	1	7.60	1380	2.4	1380	27	90	9	80					4	85	23	195	65	25
7	Arge Espinoz	Jr. Grau 1613	El Tambo	5	120	1	7.60	1200	2.4	1200	27.5	75	9	60					4	55	23	160	65	24
8	Vilchez Salva	Av Las Colina	Pio Pata	4	140	1	7.60	1235	2.45	1235	28	84	8.5	75					5	70	23	185	65	23
9	Mercado Hua	Av. Mariateg	El tambo	4	140	1	7.60	1250	2.45	1250	25.5	80	8.5	65					4.5	65	23	170	65	25
10	Rojas Aire Jo	Jr. Tumi 311	El tambo	4	140	1	7.60	1200	2.4	1200	26	80	8.5	70					4	60	23	175	60	26
11	Lijan Huayna	Av. Mariateg	El tambo	5	200	1	7.60	1800	2.35	1800	27	90	9	75					4	85	23.5	24	65	34
12	Yparraguirre	Jr. Faustino C	El tambo	4	260	1	7.60	2300	2.35	2300	26.5	170	9	140					4.5	150	23	350	60	45
13	Pizarro Pizar	Jr. Nemesio	El tambo	5	185	1	7.60	1650	2.35	1650	27	90	9	80					4	80	23.5	220	65	34
14	Cuadros Ram	Jr. Oswaldo B	El tambo	6	180	1	7.60	1600	2.45	1600	27.5	85	8.5	70					4	70	23	200	60	30
15	Olivares Vol	Pje. Los Jazm	El tambo	4	170	1	7.60	1400	2.35	1400	27.5	85	9	75					4	80	23.5	190	60	28
16	Salcedo Rafa	Jr. Amarilis 3	El tambo	4	110	2	0.15	240	9	240	27.5	75	9	65					4	60	23.5	160	65	20
17	Cipriano Coll	Jr. Tumbes 7	El tambo	4	120	2	0.15	250	9	250	27	80	8.5	65					4	70	23.5	170	60	22
18	Romero Villa	Pj. Colon 336	El tambo	4	140	2	0.15	280	8	280	27	84	9	70					4	75	23	175	65	24
19	Leon Guillen	Jr. Tumbes 5	El tambo	4	140	2	0.15	310	9	310	27.5	95	9	85					4	90	23.5	190	65	28
20	Mnrique de	Jr. Libertad 1	El tambo	5	140	2	0.15	300	8.5	300	27.5	90	8.5	80					4	85	23	185	60	26
21	Inversiones C	Calle Las Riva	Pio Pata	4	140	2	0.15	295	8	295	27.5	95	9	85					4	80	23	190	65	28
22	Espiritu Cond	Prol. Trujillo	El tambo	5	140	2	0.15	290	8.5	290	27	90	8.5	80					4	80	23.5	180	60	26
23	Asis Atencio	Jr. Santa Isab	El Tambo	5	200	2	0.15	365	8	365	27.5	95	8.5	80					4	85	23.5	230	65	30
24	Meza Espina	Jr. Atahualpa	El tambo	5	260	2	0.15	445	8	445	27.5	105	9	90					4	100	23	260	65	35
25	Lazo Inversio	Jr. Arequipa	El tambo	4	160	2	0.15	340	9	340	27.5	85	9	80					4	80	23.5	190	65	25
26	Asto Bonilla	Prol. Trujillo	El tambo	4	160	2	0.15	360	8.5	360	27.5	88	8.5	75					4	80	23.5	185	65	26
27	Vega Camba	Prol. Cajatan	El tambo	5	160	2	0.15	320	9	320	27.5	85	8.5	80					4.5	75	23	190	60	25
28	Morales Diaz	Jr. Los Manza	El tambo	5	160	2	0.15	330	8.5	330	27	80	9	75					4	75	23.5	195	65	24
29	Pari de Lede	Av. Evitamie	El tambo	4	100	2	0.15	230	8.5	230	27	75	8.5	65					4.5	60	23	155	65	23
30	Garcia Hilarid	Prol. Huayna	El tambo	4	100	2	0.15	210	8.5	210	27.5	70	9	60					4.5	50	23.5	150	60	20

Costo de	Maestro			Operario			Oficia			Peón			del c	de ej	Tiempo para				Base	Mano de obra en cada piso					
	Nº	Días	Remur	Nº	Días	Remun	N	D	R	Nº	Días	Remun			Enco	Bloq	Acero	MO 6		MO 5	MO 4	MO 3	MO 2	MO 1	
13000	1	20	4000	3	20	5100				3	20	3900	20	22	14	1	4	1			14000	14000	13000	13000	
13000	1	19	4640	4	19	6080				2	19	2280	19	21	13	1	4	1		14000	14000	14000	13000	13000	
14000	1	21	4340	4	21	7140				2	21	2520	21	23	13	2	5	1		15000	15000	15000	14000	14000	
19000	1	26	4440	4	26	8320				3	26	6240	26	28	18	2	5	1			20000	20000	19000	19000	
16000	1	23	6340	3	23	5520				3	23	4140	23	26	15	2	5	1		17000	17000	17000	16000	16000	
17000	1	23	5155	3	23	5865				4	23	5980	23	25	15	2	5	1			18000	18000	17000	17000	
15000	1	23	5340	3	23	5520				3	23	4140	23	25	15	2	5	1		16000	16000	16000	15000	15000	
17000	1	25	4500	3	25	6000				4	25	6500	25	28	18	2	4	1			18000	18000	17000	17000	
16000	1	23	5650	3	23	5865				3	23	4485	23	26	15	2	5	1			17000	17000	16000	16000	
17000	1	24	5000	4	24	7680				3	24	4320	24	26	17	2	4	1			18000	18000	17000	17000	
20000	1	27	4340	4	27	9180				4	27	6480	27	29	18	3	5	1		21000	21000	21000	20000	20000	
23000	1	30	5600	4	30	9600				4	30	7800	30	32	20	3	6	1			24000	24000	23000	23000	
17000	1	26	4520	3	26	6240				4	26	6240	26	28	18	2	5	1			18000	18000	18000	17000	17000
17000	1	24	6560	3	24	6120				3	24	4320	24	26	17	2	4	1	18000	18000	18000	18000	17000	17000	
17000	1	22	5230	4	22	7480				3	22	4290	22	24	15	2	4	1			18000	18000	17000	17000	
13000	1	18	4000	4	18	5760				3	18	3240	18	20	12	1	4	1			14000	14000	13000	13000	
13000	1	20	4000	3	20	5100				3	20	3900	20	22	14	1	4	1			14000	14000	13000	13000	
15000	1	21	5550	3	21	5355				3	21	4095	21	23	15	1	4	1			16000	16000	15000	15000	
17000	1	20	5000	4	20	6800				4	20	5200	20	20	13	2	4	1			18000	18000	17000	17000	
16000	1	22	4670	3	22	5610				4	22	5720	22	24	16	1	4	1		17000	17000	17000	16000	16000	
15000	1	21	5550	3	21	5355				3	21	4095	21	23	15	1	4	1			16000	16000	15000	15000	
16000	1	21	4765	4	21	7140				3	21	4095	21	23	14	1	5	1		17000	17000	17000	16000	16000	
18000	1	26	5520	3	26	6240	4	#	#	4	26	6240	26	28	18	2	5	1		19000	19000	19000	18000	18000	
19000	1	25	4000	4	25	8500				4	25	6500	25	27	18	2	4	1		20000	20000	20000	19000	19000	
16000	1	21	5500	4	21	6720				3	21	3780	21	23	15	1	4	1			17000	17000	16000	16000	
16000	1	20	4000	4	20	6800				4	20	5200	20	22	14	1	4	1			17000	17000	16000	16000	
16000	1	23	4960	3	23	5520				4	23	5520	23	25	15	2	5	1		17000	17000	17000	16000	16000	
15000	1	22	5760	3	22	5280				3	22	3960	22	24	15	2	4	1		16000	16000	16000	15000	15000	
14000	1	21	5180	3	21	5040				3	21	3780	21	23	15	1	4	1			15000	15000	14000	14000	
13000	1	20	4600	3	20	4800				3	20	3600	20	22	14	1	4	1			14000	14000	13000	13000	





## Fotos del proceso





