

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,  
GEOLOGÍA Y CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**“Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema Constructivo Tradicional y Poliestireno Expandido con Malla de Acero Electrosoldada en la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa, Ayacucho 2022”.**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Fidel Antonio QUISPE JAYO**

**ASESOR:**

**MSc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2023**

## Resumen

La presente investigación tiene por objetivo analizar el sistema moderno e innovador de construcción, como viene a ser el sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada (M.E.), revocado con mortero de 3.00 cm en ambas caras, y hacer un comparativo con el Sistema Tradicional (albañilería confinada y Aporticado). Se realizó 10 muestras de Panel de poliestireno expandido con M.E. y 10 muestras de Pilas de albañilería para luego someterlos a ensayo de compresión axial a los 07, 14 y 28 días, se toma como base del diseño la resistencia que se adquiere a los 28 días porque se llega a un 99% cerca de su total resistencia, adquiriendo las pilas de albañilería un  $f'm=63.45$  kg/cm<sup>2</sup> y al panel de Poliestireno expandido con M.E. un  $f'm=40.23$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo las pilas de albañilería más resistente a Compresión Axial. También se realizó 10 muestras de Panel de poliestireno expandido con M.E. y 10 muestras de Pilas de albañilería para luego someterlos a Ensayo a Flexión a los 07, 14 y 28 días, adquiriendo las pilas de albañilería un  $f't=19.34$  kg/cm<sup>2</sup> y al panel de Poliestireno expandido con M.E. un  $f'm=38.95$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo el Panel de Poliestireno Expandido con M.E. más resistente a Flexión. En cuanto al peso de las muestras (panel y pilas a compresión axial), Resulto más liviano el panel de poliestireno expandido con M.E. con un 10.702 kg respecto a las pilas de albañilería con un 14.565 kg. Luego se modelo en el Software ETABS V19 del CSI, el Bloque A, de la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa Distrito de Vinchos, se modelo con ambos sistemas estructurales estudiados, cumpliendo los dos sistemas estructurales los requisitos que exige el RNE, en cuanto al Diseño Antisísmico, los Desplazamiento y Derivas de Piso están dentro de los límites establecidos por Norma E.030, también se realizó un comparativo de pesos de la estructura del Bloque A, en el Programa Etabs, resultando el Sistema de Poliestireno Expandido con M.E. un  $W=268.595$  Ton, siendo más ligero respecto al sistema tradicional  $W=372.30$  Ton. Finalmente, en cuanto a Costos de ejecución con ambos Sistemas Constructivos, se hizo los metrados respectivos en Estructura y Arquitectura del Bloque A, edificación en estudio y se cargó al programa S10 Costos y Presupuesto, resultando el Sistema de Poliestireno Expandido con M.E. más Económico que el Sistema Tradicional.

**Palabras clave:** Comportamiento Estructural, Poliestireno Expandido, Malla Electrosoldada, Revoque, Mortero, Sistema Tradicional, Albañilería Confinada, sistema Aporticado, Desplazamiento, Deriva de Piso, Costos.

## Abstract

The objective of this research is to analyze the modern and innovative construction system, such as the expanded polystyrene system with Electrowelded mesh (ME), plastered with 3.00 cm mortar on both sides, and make a comparison with the Traditional System (confined masonry and Porticoed). 10 samples of expanded polystyrene panel were made with M.E. and 10 samples of masonry piles to then submit them to an axial compression test at 07, 14 and 28 days, the resistance acquired at 28 days is taken as the basis of the design because it reaches 99% near its total resistance, the masonry piles acquiring a  $f'm=63.45$  kg/cm<sup>2</sup> and the expanded polystyrene panel with M.E. a  $f'm=40.23$  kg/cm<sup>2</sup>, being the masonry piles more resistant to Axial Compression. Also, 10 samples of expanded polystyrene panel were made with M.E. and 10 samples of masonry piles to then submit them to a Flexural Test at 07, 14 and 28 days, the masonry piles acquiring a  $f't=19.34$  kg/cm<sup>2</sup> and the expanded Polystyrene panel with M.E. a  $f'm=38.95$  kg/cm<sup>2</sup>, being the Expanded Polystyrene Panel with M.E. more resistant to bending. Regarding the weight of the samples (panel and axial compression piles), the expanded polystyrene panel with M.E. with 10,702 kg compared to the masonry piles with 14,565 kg. Then it was modeled in the ETABS V19 Software of the CSI, Block A, of the Educational Institution 38851/Mx-P of Putaqa District of Vinchos, was modeled with both studied structural systems, fulfilling the two structural systems the requirements demanded by the RNE, regarding the Anti-seismic Design, the Displacement and Floor Drifts are within the limits established by Standard E.030, a weight comparison of the Block A structure was also carried out, in the Etabs Program, resulting in the Expanded Polystyrene System with I. a  $W=268.595$  Ton, being lighter compared to the traditional system  $W=372.30$  Ton. Finally, in terms of execution costs with both Construction Systems, the respective measurements were made in Structure and Architecture of Block A, building under study and charged to the S10 Costs and Budget program, resulting in the Expanded Polystyrene System with M.E. Cheaper than the Traditional System.

**Keywords:** structural behavior, expanded polystyrene, electro-welded mesh, plaster, mortar, traditional system, confined masonry, framed system, Displacement, floor drift, costs.

## Introducción

En el presente trabajo de investigación se plantea la problemática, donde se mencionan que los ladrillos artesanales que en su mayoría no presentan una dirección técnica y profesional en su fabricación, todo esto induce a tener defectos en la baja calidad de las unidades de albañilería, lo que origina que en su ejecución y funcionamiento estas expuestas a sufrir fallas por peso propio y/o movimientos sísmicos. En una investigación hecha en la región de Ayacucho de 7 ladrilleras solo 03 de ellas llegaron a clasificar su producto como clase II, y el resto no cumplieron con las exigencias de la norma E.070. Un caso ocurrido en el terremoto de la región vecina, Ica en el año 2007, donde existen un número importante de viviendas de albañilería construidas con ladrillos de fabricación artesanal, donde edificaciones importantes sufrieron fisuras y/o colapsos de muros exteriores e interiores. Se hará uso para la investigación ladrillo King Kong 18 huecos elaborado en la cantera del Sr. Jorge Bellido Vílchez, ubicado en la localidad de Simpapata (Referencia centro poblado de Compañía, Ayacucho), elaborados en la actualidad bajo una dirección técnica, siendo de tipo Industrial, además es beneficiosa para la población ayacuchana ya que sería de bajo costo respecto a los ladrillos industriales que son traídos de diversos Puntos de la Costa Peruana, elevando su precio en la ciudad por el flete de transporte. Por ello surge también la necesidad de aplicar nuevos métodos constructivos como el sistema formado por Poliestireno Expandido con malla de acero Electrosoldada, cuya forma está diseñada para recibir Revoque de 3cm en ambas caras, que ya se vienen utilizando en otros países, ya que siendo además una de las propiedades del poliestireno de ser termo aislante y acústico, se adaptaría en climas fríos como la de nuestra Región de Ayacucho, también tiende a ser más ligero, menor peso, facilidad, rapidez y menor costo en su ejecución, respecto al sistema tradicional. El trabajo se realizará muestras de pilas de albañilería y muestras de Panel de Poliestireno Expandido con M.E. para luego ser ensayados en Laboratorio, a Compresión Axial y Flexión, para conocer el comportamiento de los muretes de ladrillo KK de 18 huecos elaborados en nuestra Región, también estudiar al Panel de Poliestireno Expandido como otro método de construcción. Con los datos obtenidos en laboratorio y datos de Tesis anteriores, modelar en el Programa Etabs V19 del CSI, con ambos sistemas estructurales y finalmente hacer un comparativo respecto a su comportamiento estructural, adicionalmente también se calculará la diferencia de pesos que existen en ambos sistemas Estructurales y finalmente sus respectivos Costos en la ejecución de una Edificación.

Esta investigación está estructurada de la siguiente manera:

**Capítulo I - Planteamiento del Problema:** en este apartado se describe el planteamiento del problema de la investigación, se plantea los objetivos generales y específicos de la presente tesis

**Capítulo II - Marco Teórico:** en este apartado se realiza las búsquedas de datos biográficos vigentes dentro del área que se está investigando, es decir es la teoría científica que sustenta el trabajo de investigación.

**Capítulo III - Método de Investigación:** en este apartado se describen los procedimientos y metodología que se usan en la elaboración de tesis, se formulan las posibles hipótesis y se definen las variables de la investigación.

**Capítulo IV - Resultados:** en este apartado se realiza la contrastación de las hipótesis planteadas y se realiza el análisis e interpretación de los resultados.

**Conclusiones:** en este apartado se dan las conclusiones relacionados a las hipótesis planteadas que derivan de los hallazgos de la investigación. Seguidamente se dan las recomendaciones para desarrollo de trabajos de investigación similares

**Referencias Bibliográficas:** en este apartado se colocan las citas bibliográficas de diferentes autores que se encuentran durante todo el trabajo de investigación.

**Anexo:** en este apartado van los documentos, tablas e informes que complementan el trabajo de tesis.

## **Dedicatoria**

*Dedico esta Tesis a mis Padres Fidel y Ernestina por ayudarme a cumplir mis objetivos tanto académica y personal, su apoyo incondicional y su paciencia en todo momento, que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos.*

*A mi Hermano Manuel que me Guía mis pasos desde el Cielo y mi hermana María Angélica por enseñarme a ser un hermano más.*

*A mi pequeño Hijo Mateo Sebastián, y mi pareja Edilba, por motivarme a seguir cumpliendo mis metas.*

## **Agradecimientos:**

*Al MSc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón, Asesor del presente trabajo tesis, por brindarme su tiempo para las enseñanzas, sugerencias, recomendaciones, y apoyo necesario para la realización del presente trabajo de investigación.*

*A mis jurados el MSc. Ing. Víctor Bellido Aedo y MSc. Ing. Hermes Quispe Cuadros, MSc. Ing. Edwin Carlos García Sáez, por sus observaciones y recomendaciones durante la revisión del presente trabajo de investigación.*

*Al Ing. Willhner Aquisé Janampa, y su equipo técnico, quienes me facilitaron y apoyaron en la realización de mis muestras y Ensayos de Compresión Axial para la presente Tesis.*

*A la empresa Ingeomax SAC-Ingeniería Geotécnica Al Máximo, quienes me apoyaron en la realización de los Ensayos a Flexión, para la presente investigación.*

*A mis compañeros y amigos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y a mi Grupo Ingesac Ingenieros, con quienes compartimos momentos inolvidables en la vida universitaria.*

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

[fidel.quispe.16@unsch.edu.pe](mailto:fidel.quispe.16@unsch.edu.pe)

Ayacucho, diciembre de 2022

Bach. Fidel Antonio Quispe Jayo

# Índice General

## Contenido

Resumen.....	2
Introducción.....	4
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos:.....	7
Índice General.....	8
Índice de Figuras.....	14
Índice de Tablas.....	17
Glosarios.....	19
Lista de Acrónimos.....	21
Símbolos.....	22
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>23</b>
<b>1. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>23</b>
<b>1.1. Descripción Del Problema.....</b>	<b>23</b>
1.1.1. Mundial.....	23
1.1.2. Nacional.....	24
1.1.3. Regional.....	25
<b>1.2. Delimitación del Problema.....</b>	<b>27</b>
1.2.1. Espacial.....	27
1.2.2. Temporal.....	28
1.2.3. Temática y unidad de análisis.....	28
<b>1.3. Formulación del Problema.....</b>	<b>28</b>
1.3.1. Problema General.....	28
1.3.2. Problemas Específicos.....	29
<b>1.4. Justificación e Importancia.....</b>	<b>29</b>
1.4.1. Justificación Técnica.....	29
1.4.2. Importancia.....	30
1.4.2.1. Social.....	30
1.4.2.2. Económica.....	30
1.4.2.3. Ambiental.....	30
<b>1.5. Limitaciones de la Investigación.....</b>	<b>30</b>
<b>1.6. Objetivos.....</b>	<b>31</b>
1.6.1. Objetivo General.....	31
1.6.2. Objetivos específicos.....	31
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>32</b>
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>32</b>
2.1.1. Investigaciones Internacionales.....	32

2.1.2. Investigaciones Nacionales.....	36
<b>2.2. Bases Teóricas.....</b>	<b>39</b>
2.2.1. Bases legales .....	39
2.2.1.1. Norma técnica G.010 (Consideraciones básicas).....	39
2.2.1.2. Norma técnica E.020 de Cargas. ....	40
2.2.1.3. Norma técnica E.030 de Diseño Sismorresistente. ....	40
2.2.1.4. Norma técnica E.050 de Suelos y Cimentaciones.....	40
2.2.1.5. Norma técnica E-060 de Concreto armado .....	41
2.2.1.6. Norma Técnica E-070 de Albañilería .....	41
2.2.2. Comportamiento Estructural.....	41
2.2.3. Sistema Constructivo .....	41
2.2.4. Sistema Constructivo de Paneles Emmedue. ....	41
2.2.5. Materiales que Componen el Panel Emmedue. ....	42
2.2.5.1. Poliestireno Expandido (EPS) .....	42
2.2.5.2. Malla de Acero Electrosoldada.....	46
2.2.5.3. Microconcreto (Revoque).....	48
2.2.6. Clasificación de los Productos Emmedue .....	52
2.2.6.1. Panel simple para muro estructural .....	53
2.2.6.2. Panel doble para muro estructural .....	55
2.2.6.3. Panel para Losas Estructurales .....	55
2.2.6.4. Panel Escalera .....	57
2.2.6.5. Panel Descanso .....	58
2.2.6.6. Panel Curvo .....	59
2.2.7. Mallas de Refuerzo .....	59
2.2.7.1. Malla angular MRA .....	59
2.2.7.2. Mallas Planas MRP .....	60
2.2.7.3. Mallas U MRU-P.....	60
2.2.7.4. Malla entera de refuerzo RZ.....	61
2.2.8. Análisis de precios del poliestireno expandido con M.E.....	61
2.2.9. Lanzadora o Revocadora de Mortero .....	63
2.2.10. Proceso Constructivo del Sistema Poliestireno Expandido con M.E.....	64
2.2.11. Sistema Constructivo Tradicional .....	72
2.2.12. Sistema Constructivo de Albañilería Confinada .....	72
2.2.11.1 Conjunto Estructural.....	74

2.2.11.2. Componentes de la albañilería confinada.....	77
2.2.13. Sistema Constructivo Aporticado .....	80
2.2.12.1. Componentes del Sistema Aporticado .....	82
2.3. Marco Conceptual.....	83
2.3.1. Ensayo de Compresión Axial .....	83
2.3.1.1. Equipo de Compresión.....	84
2.3.2. Ensayo a Flexión .....	85
2.3.2.1 Equipo para Ensayos a Flexión. ....	86
2.3.3. Análisis Estático .....	86
2.3.4. Análisis Dinámico.....	86
2.3.5. Deriva de Piso .....	87
2.3.6. Concepción estructural Sismorresistente .....	87
CAPITULO III .....	87
3. Método de Investigación.....	87
3.1. Enfoque.....	87
3.2. Alcance.....	88
3.2.1. Tipo de Investigación .....	88
3.2.2. Nivel de Investigación.....	88
3.3. Diseño de la Investigación .....	88
3.4. Población y Muestra .....	88
3.4.1. Población .....	88
3.4.2. Muestra.....	88
3.5. Hipótesis .....	88
3.5.1. Hipótesis general .....	88
3.5.2. Hipótesis específicas.....	89
3.6. Operacionalización de Variables, Definición Conceptual y Operacional .....	89
3.6.1. Variables .....	89
3.6.2. Indicadores.....	89
3.6.3. Operacionalización de variables.....	90
3.7. Técnicas e instrumentos .....	91
3.7.1. Técnicas.....	91
3.7.1.1 Trabajos de campo .....	91
3.7.1.2 Ensayos en laboratorio .....	91
3.7.1.3 Trabajos de gabinete .....	91
3.7.2. Instrumentos.....	92

<b>3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.....</b>	<b>92</b>
<b>3.9. del Trabajo de Tesis. ....</b>	<b>92</b>
<b>3.9.1. Fase I: Identificación y delimitación de la zona de estudio.....</b>	<b>92</b>
<b>3.9.1.1. Generalidades.....</b>	<b>92</b>
<b>3.9.1.2. Ubicación del proyecto:.....</b>	<b>92</b>
<b>3.9.1.3. Vía de Acceso al C.P. Putaqa: .....</b>	<b>93</b>
<b>3.9.1.4. Vía de Acceso a la Cantera de Ladrillo y Agregado: .....</b>	<b>95</b>
<b>3.9.1.4. Pruebas a la Unidad de Albañilería: .....</b>	<b>95</b>
<b>3.9.2. Fase II: Exploración en Campo, obtención y preparación de muestras. ....</b>	<b>97</b>
<b>3.9.2.1. Acopio de materiales para Pilas de Albañilería.....</b>	<b>99</b>
<b>3.9.2.2. Proceso de Elaboración de Pilas de Albañilería. ....</b>	<b>99</b>
<b>3.9.2.3. Pilas de albañilería para Ensayo a Compresión (F'm) .....</b>	<b>100</b>
<b>3.9.2.4. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (F't) .....</b>	<b>104</b>
<b>3.9.2.5. Acopio de materiales para Panel de P.E.....</b>	<b>109</b>
<b>3.9.2.6. Proceso de Elaboración de Panel de P.E. ....</b>	<b>110</b>
<b>3.9.2.7. Panel de P.E. para ensayo a Compresión Axial (F'm) .....</b>	<b>110</b>
<b>3.9.2.8. Panel de P.E. para ensayo a Flexión (F't).....</b>	<b>115</b>
<b>3.9.3. Fase III: Análisis Sismorresistente de la Estructura-Sistema Tradicional.....</b>	<b>120</b>
<b>3.9.3.1. Generalidades de Diseño Estructural .....</b>	<b>120</b>
<b>3.9.3.2. Infraestructura Propuesta .....</b>	<b>120</b>
<b>3.9.3.3. Procedimiento de Análisis .....</b>	<b>122</b>
<b>3.9.3.4. Propiedades de los materiales .....</b>	<b>122</b>
<b>3.9.3.5. Definición de Secciones. ....</b>	<b>125</b>
<b>3.9.3.6. Consideraciones Sísmicas .....</b>	<b>126</b>
<b>3.9.3.7. Participación de Masa: .....</b>	<b>129</b>
<b>3.9.3.8. Metrado de Cargas: .....</b>	<b>129</b>
<b>3.9.3.9. Modelado del Bloque A.....</b>	<b>130</b>
<b>3.9.4. Fase IV: Análisis Sismorresistente de la Estructura - Sistema de P.E.....</b>	<b>132</b>
<b>3.9.4.1. Procedimiento de Análisis.....</b>	<b>132</b>
<b>3.9.4.2. Propiedades de los materiales .....</b>	<b>132</b>
<b>3.9.4.3. Definición de Secciones. ....</b>	<b>133</b>
<b>3.9.4.4. Consideraciones Sísmicas .....</b>	<b>134</b>
<b>3.9.4.5. Participación de Masa: .....</b>	<b>135</b>
<b>3.9.4.6. Metrado de Cargas .....</b>	<b>136</b>

3.9.4.7. Modelado del Bloque A, Sistema de Poliestireno Expandido.....	136
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>138</b>
<b>4.    Resultados .....</b>	<b>138</b>
<b>4.1.    Contrastación de hipótesis .....</b>	<b>138</b>
4.1.1. Contrastación de la hipótesis general .....	138
4.1.2. Contrastación de las hipótesis específicas .....	138
4.1.2.1. Hipótesis específica 01. ....	138
4.1.2.2. Hipótesis específica 02. ....	138
4.1.2.3. Hipótesis específica 03. ....	139
<b>4.2.    Análisis e interpretación .....</b>	<b>139</b>
4.2.1. Resultados sobre los ensayos a Compresión Axial (F´m), Pilas de Albañilería.....	139
4.2.2. Tipos de Falla a la Compresión Axial (F´m), Pilas de Albañilería.....	141
4.2.3. Resultados sobre los ensayos a Compresión Axial (F´m), Panel de P.E. ....	142
4.2.4. Tipos de Falla a la Compresión Axial (F´m), Panel de P.E.....	143
4.2.5. Comparativo de los Resultados a Compresión Axial.....	144
4.2.6. Resultados sobre los ensayos a Flexión (f´t), Pilas de Albañilería. ....	146
4.2.7. Tipos de Falla a la Flexión (F´t), Pilas de Albañilería. ....	147
4.2.8. Resultados sobre los ensayos a Flexión (F´t), Panel de P.E.....	147
4.2.9. Tipos de Falla a la Flexión (F´t), Panel de P.E. ....	148
4.2.10. Comparativo de los Resultados a Ensayo de Flexión. ....	149
4.2.11. Resultados del análisis antisísmico del Sistema Tradicional.....	150
4.2.11.1. Desplazamiento de la estructura por Sismo X-X. ....	150
4.2.11.2. Desplazamiento de la estructura por Sismo Y-Y. ....	152
4.2.11.3. Control Normativo de los desplazamientos laterales .....	154
4.2.11.4. Peso de la Edificación Sistema Tradicional.....	156
4.2.12. Resultados del análisis antisísmico del Sistema Panel de P.E.....	157
4.2.12.1. Desplazamiento de la estructura por Sismo X-X. ....	157
4.2.12.2. Desplazamiento de la estructura por Sismo Y-Y. ....	158
4.2.12.3. Control Normativo de los desplazamientos laterales .....	160
4.2.12.4. Peso de la Edificación Sistema de P.E.....	162
4.2.13. Comparativo de Peso en ambos Sistemas Estructurales .....	163
4.2.14. Comparativo de Costos en ambos Sistemas Estructurales .....	164
4.2.14.1. Metrados del Sistema Tradicional.....	164
4.2.14.2. Metrados del Sistema Poliestireno Expandido con M.E. ....	166
4.2.14.3. Análisis de los Metrados en Ambos Sistemas. ....	168

<b>4.2.14.3. Análisis de los Costos en Ambos Sistemas.</b> .....	169
<b>CAPITULO V</b> .....	174
<b>5. Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros.</b> .....	174
<b>5.1. Conclusiones.</b> .....	174
<b>5.2. Recomendaciones.</b> .....	175
<b>5.3. Trabajos Futuros.</b> .....	175
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	176
<b>ANEXO A</b> .....	179
<b>A.1) Tabla de clases de unidades de Albañilería</b> .....	179
<b>A.2) Tabla de Resistencias Características de la Albañilería</b> .....	179
<b>A.3) Tabla de Factores de Corrección por Esbeltez</b> .....	179
<b>ANEXO B</b> .....	180
<b>B.1) Reporte de ensayo de Compresión Axial realizados</b> .....	180
<b>B.2) Reporte de ensayo de Flexión realizados</b> .....	182
<b>ANEXO C</b> .....	185
<b>C.1) Reporte de Certificados de Calidad y/o Fichas Técnicas</b> .....	185
<b>ANEXO D</b> .....	198
<b>D.1) Reporte de Presupuesto Sistema Tradicional</b> .....	198
<b>D.2) Reporte de Presupuesto Sistema de P.E.</b> .....	200

## Índice de Figuras

Figura 1. Palacio de justicia, fisuras en paneles de mampostería, separación de junta insuficiente. ....	24
Figura 2. Construcciones de Sistema Tradicional. ....	25
Figura 3. Construcciones de Sistema Tradicional (Hospital Antonio Skrabonja Antonich, Pisco).....	25
Figura 4. Unidades de Albañilería con defectos, Ayacucho. ....	26
Figura 5. Autoconstrucción de viviendas con sistema tradicional, Ayacucho. ....	26
Figura 6. Ubicación de la zona de estudio, Centro Poblado de Putaqa.....	27
Figura 7. Obras ejecutadas en Nicaragua.....	32
Figura 8. Exigencias a Cumplir en un Sistema Constructivo. ....	39
Figura 9. Materiales que componen el Panel Emmedue. ....	42
Figura 10. Muestras de Tecnopor para Construcción ....	45
Figura 11. características dimensional masa y forma.....	47
Figura 12. Comparación Resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. Cemento Andino Premium .....	49
Figura 13. Curva Granulométrica del agregado fino.....	52
Figura 14. Tipologías de paneles Emmedue. ....	53
Figura 15. Sección típica panel para muro estructural.....	53
Figura 16. Sección típica panel doble para muro estructural. ....	55
Figura 17. Sección típica panel para muro estructural PL1. ....	56
Figura 18. Sección típica panel para muro estructural PL2. ....	56
Figura 19. Sección típica panel para muro estructural PL3. ....	57
Figura 20. Panel para escalera estructural. ....	57
Figura 21. Panel descanso de escalera. ....	58
Figura 22. Malla Angular MRA.....	59
Figura 23. Malla Plana MRP. ....	60
Figura 24. Malla U MRU-P .....	60
Figura 25. Malla entera .....	61
Figura 26. Lanzadora o Revocadora de Mortero .....	63
Figura 27. Armado de paneles, colocación continua de paneles. ....	66
Figura 28. Armado de paneles, Muro completo. ....	67
Figura 29. Apoyos laterales anterior y posterior al revoque. ....	67
Figura 30. Contracción con fuego del Poliestireno para Inst. Eléctricas. ....	68
Figura 31. Contracción con fuego del poliestireno para Inst. Sanitarias.....	68
Figura 32. Malla de Refuerzo Angular en Puertas y Ventanas. ....	68
Figura 33. Instalación de panel techo.....	69
Figura 34. proceso de revoque de Panel Muro. ....	70
Figura 35. proceso de revoque de capa superior de panel losa. ....	71
Figura 36. Revoque de capa inferior de Panel Losa. ....	72
Figura 37. Sistema Constructivo Tradicional.....	72
Figura 38. Exigencias para que un muro sea considerado confinado. ....	73
Figura 39. colocación de mechas de anclaje y espesor del mortero entre ladrillos. ....	73
Figura 40. Albañilería de Ladrillo y Adobe. ....	74
Figura 41. Construcción de Muro Portante.....	75
Figura 42. Proceso de transferencia de cargas. ....	75
Figura 43. Muro no portante, tabiquería en sistema Aporticado. ....	76
Figura 44. Tipos de Unidades de Albañilería.....	77
Figura 45. Conjunto de Vigas y Columnas .....	81
Figura 46. Pórticos Principales y secundarios .....	82
Figura 47. Ensayo de compresión Axial. ....	84
Figura 48. Prensa Hidráulica para Compresión.....	85

Figura 49. Flexión en Elementos Estructurales. ....	85
Figura 50. Equipo para ensayo de Flexión .....	86
Figura 51. Vía de Acceso terrestre.....	93
Figura 52. Vista Satelital, C.P. de Putaqa. ....	94
Figura 53. Planteamiento General del Proyecto. ....	94
Figura 54. Vista Satelital, Cantera de Ladrillo.....	95
Figura 55. Obtención de las unidades de ladrillo. ....	97
Figura 56. Adquisición de Poliéstireno Expandido (Tecnopor) $e=7.0$ cm.....	98
Figura 57. Adquisición de Malla Electrosoldada. ....	98
Figura 58. Acopio de Materiales Albañilería.....	99
Figura 59. Proceso Constructivo, Pilas de albañilería a Compresión. ....	100
Figura 60. Medición del Peso de las 03 muestras, edad 7 días.....	100
Figura 61. Pilas de albañilería Sometido a carga Axial, edad 7 días. ....	101
Figura 62. Pilas de albañilería Sometido a carga Axial, edad 14 días. ....	102
Figura 63. Pilas Sometido a carga Axial, edad 28 días. ....	103
Figura 64. Proceso Constructivo Pilas de Albañilería. ....	104
Figura 65. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (M1, M2, M3), edad 07 días. ....	105
Figura 66. Pilas de albañilería Sometido a Flexión, edad 07 días. ....	105
Figura 67. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (M4, M5, M6), edad 14 días. ....	106
Figura 68. Pilas de albañilería Sometido a Flexión, edad 14 días. ....	106
Figura 69. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (M7, M8, M9, M10), edad 28 días. ....	107
Figura 70. Pilas de albañilería Sometido a Flexión, edad 28 días. ....	108
Figura 71. Acopio de Materiales P.E. Con malla Electrosoldada. ....	109
Figura 72. Proceso Constructivo Panel de P.E. para ensayo a Compresión Axial .....	110
Figura 73. Medición del Peso de los 03 Panel, edad 7 días. ....	111
Figura 74. Panel Sometido a carga Axial, edad 7 días. ....	111
Figura 75. Panel de PE Sometido a carga Axial, edad 14 días. ....	112
Figura 76. Panel de PE Sometido a carga Axial, edad 28 días. ....	113
Figura 77. Proceso Constructivo Panel de P.E. para ensayo a Flexión .....	115
Figura 78. Panel de P.E. para Ensayo a Flexión, edad 07 días. ....	115
Figura 79. Panel de P.E. Sometido a Flexión, edad 07 días. ....	116
Figura 80. Panel de P.E. para Ensayo a Flexión, edad 14 días. ....	117
Figura 81. Panel de P.E. Sometido a Flexión, edad 14 días. ....	117
Figura 82. Panel de P.E. para Ensayo a Flexión (P7, P8, P9, P10), edad 28 días.....	118
Figura 83. Panel de P.E. Sometido a Flexión, edad 28 días. ....	119
Figura 84. Primera Planta y Elevación Frontal, Bloque A. ....	121
Figura 85. Segunda Planta y Elevación Posterior, Bloque A. ....	121
Figura 86. Techo y elevación Lateral, Bloque A.....	122
Figura 87. Propiedades de los Materiales, Sistema Tradicional. ....	125
Figura 88. Definición de secciones de elementos estructurales, sistema tradicional. ....	125
Figura 89. Zonificación sísmica .....	127
Figura 90. Espectro de Aceleraciones, Sistema Tradicional.....	128
Figura 91. Participación de Masa, sistema tradicional. ....	129
Figura 92. Combinación de Cargas, Sistema Tradicional.....	130
Figura 93. Dibujo del Bloque A, Etabs V19, Sistema Tradicional. ....	131
Figura 94. Vista 3D, Frontal y Posterior del Bloque A, Etabs V19, Sistema Tradicional.....	131
Figura 95. Propiedades de los materiales, Sistema de P.E. ....	133
Figura 96. Definición de secciones de elementos estructurales, Sistema de P.E. ....	133
Figura 97. Espectro de Aceleraciones, Sistema de P.E. ....	135
Figura 98. Participación de Masa, Sistema de P.E. ....	135

<i>Figura 99. Dibujo del Bloque A, Etabs V19, Sistema de P.E.</i> .....	136
<i>Figura 100. Vista 3D, Frontal y Posterior del Bloque A, Etabs v19, Sistema de P.E.</i> .....	137
<i>Figura 101. Tipos de Falla a Compresión Axial, Pilas de Albañilería.</i> .....	141
<i>Figura 102. Tipos de Falla a Compresión Axial, Panel de P.E.</i> .....	144
<i>Figura 103. Curva Comparativa de Resultado del Ensayo a Compresión Axial</i> .....	144
<i>Figura 104. Grafico Comparativo de Resultado del Ensayo a Compresión Axial</i> .....	145
<i>Figura 105. Tipos de Falla a Flexión, Pila de albañilería</i> .....	147
<i>Figura 106. Tipos de Falla a Flexión, Panel de P.E.</i> .....	149
<i>Figura 107. Curva Comparativa de Resultado del Ensayo a Flexión.</i> .....	149
<i>Figura 108. Grafico Comparativa de Resultado del Ensayo a Flexión.</i> .....	149
<i>Figura 109. Desplazamiento del Bloque A, Sistema tradicional, Sismo en X.</i> .....	150
<i>Figura 110. Máximos Desplazamientos, S.T., Sismo en X.</i> .....	152
<i>Figura 111. Desplazamiento del Bloque A, Sistema tradicional, Sismo en Y.</i> .....	152
<i>Figura 112. Máximos Desplazamientos, S.T., Sismo en Y.</i> .....	153
<i>Figura 113. Derivas de Piso, Sistema Tradicional.</i> .....	154
<i>Figura 114. Desplazamiento del Bloque A, Sistema de P.E., Sismo en X.</i> .....	157
<i>Figura 115. Máximos Desplazamientos, S. de P.E., Sismo en X.</i> .....	158
<i>Figura 116. Desplazamiento del Bloque A, Sistema de P.E., Sismo en Y.</i> .....	158
<i>Figura 117. Máximos Desplazamientos, S. de P.E., Sismo en Y.</i> .....	159
<i>Figura 118. Derivas de Piso, Sistema de Poliestireno Expandido.</i> .....	160
<i>Figura 119. Diferencia de Peso</i> .....	163
<i>Figura 120. Diferencia de Costos - Estructuras</i> .....	169
<i>Figura 121. Diferencia de Costos - Arquitectura</i> .....	169

## Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM.....	27
Tabla 2. Temática y unidad de análisis.....	28
Tabla 3. Características técnicas del panel PEME .....	32
Tabla 4. Resultados ensayos compresión centrada y excéntrica. ....	33
Tabla 5. Resultados ensayos flexión simple .....	33
Tabla 6. Diferencia de Pesos en muros. ....	34
Tabla 7. Diferencia de Pesos en losa .....	34
Tabla 8. Diferencia de Pesos entre estructuras. ....	35
Tabla 9. Características del Panel Poliestireno .....	36
Tabla 10. Resistencia de Ensayo a flexión en P.E. a los 28 días. ....	38
Tabla 11. Resistencia de la Compresión Axial en P.E.....	38
Tabla 12. Resistencia de la Compresión Diagonal en P.E. ....	38
Tabla 13. Análisis comportamiento antisísmico de los sistemas estructurales Emedos y viviendas confinadas.....	39
Tabla 14. Normas Europeas UNE-EN del CTN-92 De Poliestireno Expandido .....	44
Tabla 15. Datos Técnicos del Poliestireno Expandido. ....	45
Tabla 16. Propiedades mecánicas.....	46
Tabla 17. Malla electrosoldada galvanizada.....	47
Tabla 18. Propiedades mecánicas.....	47
Tabla 19. Norma Técnica aplicable al Acero y la norma ASTM correspondiente. ....	48
Tabla 20. Malla electrosoldada, Rollo de 25mx2.40m .....	48
Tabla 21. Especificaciones técnicas, malla electrosoldada N°12 2"x2" .....	48
Tabla 22. Propiedades Físicas y Químicas. ....	50
Tabla 23. Granulometría de la arena Gruesa. ....	51
Tabla 24. Análisis Granulométrico del Agregado Fino. ....	52
Tabla 25. Propiedades térmicas de muros estructurales con tecnología Emedue. ....	54
Tabla 26. Características técnicas del panel PSME .....	54
Tabla 27. Características técnicas del panel PPME.....	54
Tabla 28. Características técnicas del panel PEME.....	54
Tabla 29. Características técnicas del panel doble. ....	55
Tabla 30. Características técnicas del panel para losa con nervaduras.....	56
Tabla 31. Características técnicas del panel para escalera estructural. ....	58
Tabla 32. Características técnicas del panel descanso.....	58
Tabla 33. Características técnicas de mallas angulares. ....	59
Tabla 34. Características técnicas de mallas planas. ....	60
Tabla 35. Características técnicas de mallas tipo U. ....	61
Tabla 36. Ficha informativa de costos.....	62
Tabla 37. Ficha informativa de costos, techo y escalera.....	62
Tabla 38. Líneas de anclaje para Varillas. ....	64
Tabla 39. Formas de Colocación de Varillas. ....	65
Tabla 40. clasificación de Unidades de albañilería para fines estructurales. ....	78
Tabla 41. Granulometría de la arena gruesa.....	80
Tabla 42. Dimensiones y Pesos Nominales del acero. ....	80
Tabla 43. Desplazamientos Laterales Permisibles .....	87
Tabla 44. Variables e Indicadores. ....	90
Tabla 45. Operacionalización de variables independientes.....	90
Tabla 46. Operacionalización de variables dependientes .....	91
Tabla 47. Variación Dimensional de la Unidad de Albañilería .....	96

Tabla 48. Ensayo de Alabeo .....	96
Tabla 49. Resistencia a compresión de la unidad ( $f'_{cb}$ ) .....	97
Tabla 50. Otros ensayos a la unidad de albañilería .....	97
Tabla 51. Datos obtenidos de Pilas de albañilería, Ensayo Compresión, edad 07 días.....	101
Tabla 52. Datos obtenidos de Pilas de albañilería, Ensayo Compresión, edad 14 días.....	102
Tabla 53. Datos obtenidos de Pilas de albañilería, Ensayo Compresión, edad 28 días.....	103
Tabla 54. Datos obtenidos de Pilas de Albañilería, Ensayo Flexión, edad 07 días.....	105
Tabla 55. Datos obtenidos de Pilas de Albañilería, Ensayo Flexión, edad 14 días.....	106
Tabla 56. Datos obtenidos de Pilas de Albañilería, Ensayo Flexión, edad 28 días.....	108
Tabla 57. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Compresión, edad 07 días.....	111
Tabla 58. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Compresión, edad 14 días.....	112
Tabla 59. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Compresión, edad 28 días.....	114
Tabla 60. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Flexión, edad 07 días.....	116
Tabla 61. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Flexión, edad 14 días.....	117
Tabla 62. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Flexión, edad 28 días.....	119
Tabla 63. Resistencia a la compresión de Unidades de albañilería.....	123
Tabla 64. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	124
Tabla 65. Resultados en laboratorio del ensayo a compresión a los 28 días.....	138
Tabla 66. Resultados en laboratorio del ensayo a Flexión a los 28 días.....	139
Tabla 67. Resistencia de la Compresión Axial, Pila de Albañilería, Edad 07 días.....	139
Tabla 68. Resistencia de la Compresión Axial, Pila de Albañilería, Edad 14 días.....	140
Tabla 69. Resistencia de la Compresión Axial, Pila de Albañilería, Edad 28 días.....	140
Tabla 70. Resistencia de la Compresión Axial, Panel de PE, Edad 07 días.....	142
Tabla 71. Resistencia de la Compresión Axial, Panel de PE, Edad 14 días.....	142
Tabla 72. Resistencia de la Compresión Axial, Panel de PE, Edad 28 días.....	142
Tabla 73. Resistencia a Flexión, Pila de Albañilería, Edad 07 días.....	146
Tabla 74. Resistencia a Flexión, Pila de Albañilería, Edad 14 días.....	146
Tabla 75. Resistencia a Flexión, Pila de Albañilería, Edad 28 días.....	146
Tabla 76. Resistencia a Flexión, Panel de P.E., Edad 07 días.....	147
Tabla 77. Resistencia a Flexión, Panel de P.E., Edad 14 días.....	148
Tabla 78. Resistencia a Flexión, Panel de P.E., Edad 28 días.....	148
Tabla 79. Máximos Desplazamientos por Nivel, S.T., Sismo X.....	152
Tabla 80. Máximos Desplazamientos por Nivel, S.T., Sismo Y.....	154
Tabla 81. Deriva elástica de Piso, Sistema Tradicional, Software Etabs, Sismo X.....	155
Tabla 82. Deriva Inelástica de Piso, Sistema Tradicional, Sismo X.....	155
Tabla 83. Deriva elástica de Piso, Sistema Tradicional, Software Etabs, Sismo Y.....	155
Tabla 84. Deriva Inelástica de Piso, Sistema Tradicional, Sismo Y.....	155
Tabla 85. Reacciones CM en Apoyos del Bloque A, Sistema Tradicional.....	156
Tabla 86. Reacciones CV en Apoyos del Bloque A, Sistema Tradicional.....	156
Tabla 87. Máximos Desplazamientos por Nivel, S. de P.E., Sismo X.....	158
Tabla 88. Máximos Desplazamientos por Nivel, S. de P.E., Sismo Y.....	160
Tabla 89. Deriva elástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo X.....	160
Tabla 90. Deriva Inelástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo X.....	161
Tabla 91. Deriva elástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo Y.....	161
Tabla 92. Deriva Inelástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo Y.....	161
Tabla 93. Reacciones CM en Apoyos del Bloque A, Sistema de P.E.....	162
Tabla 94. Reacciones CV en Apoyos del Bloque A, Sistema de P.E.....	162
Tabla 95. Peso del Bloque A, Sistema Tradicional Vs Sistema de P.E.....	163
Tabla 96. Costo de ejecución del Bloque A, Sistema Tradicional Vs Sistema de P.E.....	168

## Glosarios

**Análisis.** – Es el proceso de dividir un tema complejo en partes más pequeñas para obtener una mejor comprensión de él.

**Comportamiento estructural.** – Es la forma como responde toda una estructura en términos de desplazamientos y deformaciones, ante la aplicación de fuerzas externas.

**Sistema Constructivo.** - Son el conjunto de elementos resistentes que vinculados entre sí transmiten las cargas de la edificación a los apoyos garantizando el equilibrio, la estabilidad y sin sufrir deformaciones.

**Albañilería.** - Es el arte de construir edificaciones u otras obras empleando, según los casos, piedra, ladrillo, cal, yeso, cemento u otros materiales semejantes.

**Albañilería Confinada.** - Es el conjunto o sistema de construcción formado por muro de ladrillos, reforzado en los extremos por columnas de amarre y en la parte superior por una viga de concreto.

**Aporticado.** - Es un sistema de construcción sólido, cuyos elementos estructurales consisten en vigas y columnas conectadas a través de nudos, formando pórticos resistentes en las dos direcciones: verticales (columnas), y horizontales (vigas)

**Poliestireno Expandido.** - también llamado EPS o Tecnopor, es un material versátil y ligero cuya aplicación puede encontrarse en el sector de la construcción, en productos como: planchas y ladrillos.

**Malla Electrosoldada.** - Están constituidos por alambres que forman ángulos rectos entre sí y se encuentran soldadas por resistencia eléctrica en los puntos de intersección

**Concreto.** - Es una mezcla de materiales como los agregados y cemento, después de combinarse con agua, el material se fragua y se endurece con el tiempo.

**Mortero.** - Mezcla de diversos materiales, como cemento, arena y agua, que se usa en la construcción para fijar ladrillos y cubrir paredes.

**Revoque.** - Es un revestimiento exterior o interior de mortero de cemento, que se aplica como acabado continuo cuyo fin es mejorar el aspecto y las características de las superficies de muros, tabiques y techos.

**Unidad de Albañilería.** - Son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.

**Ensayo.** - Prueba a que son sometidos los materiales de construcción a fin de determinar su comportamiento frente a diferentes elementos o esfuerzos, antes de su puesta en obra.

**Compresión Axial.** - Es una fuerza que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección del eje longitudinal.

**Flexión.** - Es la capacidad de un Objeto de soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal.

**Diseño Sismorresistente.** - Procedimientos para estimar la demanda sísmica y la respuesta estructural y establecen la resistencia y rigidez que deben tener las edificaciones según su importancia, ubicación y sistema estructural.

**Desplazamiento.** - Es el cambio de posición de un cuerpo entre dos instantes o tiempos bien definidos.

**Deriva de Piso.** - Es la diferencia del desplazamiento total en la parte superior e inferior de dos niveles consecutivos de una estructura y dividido entre la altura de dicho entrepiso.

## Lista de Acrónimos

<i>EPS</i>	: Expandable Polystyrene
<i>CSI</i>	: Computers and Structures, Inc.
<i>RNE</i>	: Reglamento Nacional de Edificaciones
<i>PE</i>	: Poliestireno Expandido
<i>ME</i>	: Malla Electrosoldada
<i>ML</i>	: Magnitud local
<i>Mw</i>	: Magnitud Momento
<i>M2</i>	: Emedos
<i>EMS</i>	: Estudio de Mecánica de Suelos
<i>ANAPE</i>	: Asociación Nacional de Poliestireno Expandido
<i>REI</i>	: Resistencia al Fuego
<i>RNE</i>	: Reglamento Nacional de Edificaciones
<i>CM</i>	: Carga Muerta
<i>CV</i>	: Carga Viva
<i>CS<sub>x</sub></i>	: Carga de Sismo en la dirección X
<i>CS<sub>y</sub></i>	: Carga de Sismo en la dirección Y
<i>PL1</i>	: Panel de Losa con 1 Nervadura
<i>PL2</i>	: Panel de Losa con 2 Nervadura
<i>PE1</i>	: Panel Escalera con 1 Nervadura
<i>PD1</i>	: Panel Descanso con 1 Nervadura
<i>MRA</i>	: Malla Angular
<i>MRP</i>	: Malla Plana
<i>MRU-P</i>	: Malla tipo U
<i>RZ</i>	: Malla Entera de Refuerzo
<i>PVC</i>	: Polyvinyl chloride (Policloruro de Vinilo)
<i>P</i>	: Muro Portante
<i>NP</i>	: Muro no Portante
<i>PSME</i>	: Panel Superior Para Muro Estructural
<i>PPME</i>	: Panel Premium Para Muro Estructural
<i>PSME</i>	: Panel Estándar Para Muro Estructural
<i>SD</i>	: standard deviation (Desviación Estándar)
<i>LA</i>	: Línea de Anclaje
<i>LAB</i>	: Línea de Acabado de Pared
<i>KK</i>	: King Kong

## Símbolos

$f'_b$	: Resistencia característica a compresión de la unidad de albañilería	$Kg/cm^2$
$f'_m$	: Resistencia característica a compresión	$Kg/cm^2$
$f'_t$	: Resistencia característica a la Flexión	$Kg/cm^2$
$V'_m$	: Resistencia característica al Corte	$Kg/cm^2$
$\sigma$	: Desviación Estándar	$Kg/cm^2$
$F_y$	: Límite de fluencia	$Kg/cm^2$
$F_u$	: Resistencia a Tracción	$Kg/cm^2$
$\emptyset$	: Diámetro	$mm, cm$
$f'_c$	: Resistencia característica a compresión simple del concreto	$Kg/cm^2$
$E$	: Módulo de Elasticidad	$Kg/cm^2$
$E_c$	: Módulo de Elasticidad del concreto	$Kg/cm^2$
$E_m$	: Módulo de Elasticidad de la albañilería	$Kg/cm^2$
$G_m$	: Módulo de Corte	$Kg/cm^2$
$q_{adm}$	: Capacidad Portante del Terreno	$Kg/cm^2$
$\gamma$	: Peso Especifico	$Kg/cm^3$
$W$	: Peso de material	$Kg$
$C.V$	: Error de las Resistencias	$\%$
$\nu$	: Módulo de Poisson	
$Z$	: Factor de Zona	
$U$	: Factor de Uso	
$C$	: Factor de Amplificación Sísmica	
$S$	: Factor de Amplificación del Suelo	
$R$	: Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	
$T$	: Período Fundamental de la Estructura	$s$
$T_P$	: Período que define la plataforma del factor C	$s$
$T_L$	: Período que define el inicio de la zona del factor C	$s$
$S_a$	: Aceleración Espectral	
$g$	: Gravedad	$m/s^2$
$V$	: Fuerza Cortante en la base	$Ton$

# CAPITULO I

## 1. Planteamiento del Problema

### 1.1. Descripción Del Problema

Las edificaciones en mayor porcentaje en la región de Ayacucho son de Sistema Tradicional (albañilería confinada y Aporticado), donde se hace uso de los ladrillos artesanales y semi industriales que en su mayoría no presentan una dirección técnica y profesional en su fabricación, por ello presentan defectos como falta de cocción, deformaciones, problemas de porosidad, fisuras, grietas y fenómeno de eflorescencia; todo lo cual conduce ladrillos de mala calidad, Lo que origina en su Autoconstrucción de vivienda informal diversas fallas ya sea por peso propio y/o movimientos sísmicos.

#### 1.1.1. Mundial

El terremoto de Ecuador, fue un movimiento sísmico acontecido el 16 de abril del 2016, con epicentro en Cojimíes del cantón Pedernales, en la provincia de Manabí, en las costas del Océano Pacífico, con una magnitud de 7,8 en la escala de Magnitud de Momento. El Instituto Geofísico y Escuela Politécnica Nacional (2016) informó que este sismo ocurrió a una profundidad de 20 km y se caracterizó por un mecanismo de falla inverso provocado por la subducción entre la placa tectónica de Nazca y la placa tectónica Sudamericana.

Según (Arevalo, Yanchapanta, & Gaston, 2017), “Para la mayoría de los edificios observados se evidencia los daños excesivos en mampostería, se pensaría que no hay por qué preocuparse, pues esta simplemente se retira y se repone por nueva mampostería” (pág. 44)

Dado que la mampostería no se puede deformar y la mayoría de los bloques están hechos manualmente, el problema es la falta de control técnico en la fabricación de los bloques y que algunos no cumplen la resistencia de acuerdo a Norma, aunque se tuviera bloques de alta resistencia, su capacidad para deformarse ante una sollicitación lateral es insuficiente, y nuevamente tenemos la mampostería agrietada. Si el edificio es muy alto, se opta por muros estructurales, cuyo diseño está regulado por códigos internacionales. Esto resuelve el desplazamiento lateral, pero presenta otro problema: torsión en planta. Desafortunadamente, cuando los muros estructurales o con refuerzo no se colocan correctamente en planta, existe una alta probabilidad de crear patologías estructurales, donde los elementos no estructurales nuevamente se dañarían severamente. Por lo tanto,

es importante colocar muros estructurales con una mejor configuración (Arevalo, Yanchapanta, & Gaston, 2017)

*Figura 1. Palacio de justicia, fisuras en paneles de mampostería, separación de junta insuficiente.*



*Fuente: (Arevalo, Yanchapanta, & Gaston, 2017)*

Resulta que gran parte de la mampostería se produjo volteo debido a la excesiva flexibilidad del edificio. La razón de esto es la falta de arriostramiento de la mampostería, especialmente en estructuras donde los elementos columna están muy separados (más de 5 metros), En algunos casos, esta patología también se manifestó en cruces y cantos de mampostería que no estaban adheridos a elementos estructurales (Arevalo, Yanchapanta, & Gaston, 2017)

Varias instituciones han evaluado los edificios en varios lugares afectados por el terremoto, indicaron varias patologías y problemas estructurales tales como: paredes de mampostería agrietadas, desprendimiento de mampostería, pesos excesivos, falta de arriostramiento en paredes, flexibilidad de los edificios, masas en último piso, corrosión en varillas, irregularidad en planta y elevación, columna corta, piso débil, distribución irregular de masa, y principalmente ausencia de criterio técnico al construir.

### **1.1.2. Nacional**

Se realizó un estudio de las zonas afectadas por el terremoto del 15 de agosto del 2007, con una duración cerca de 3 min. El epicentro fue en la costa central peruana a 40 km al oeste de Pisco y 150 km al suroeste de Lima, con una magnitud de 7.0ML (escala de Richter) y 7.9Mw (escala Momento).

Según (Astroza, 2007), Las zonas visitadas cuentan con un buen número de casas construidas en su mayoría con ladrillos cerámicos artesanales. La mayoría de estas casas

son de una o dos plantas y están construidas con elementos de arriostre alrededor de los muros de albañilería sin cumplir con las disposiciones de cálculos según a la Norma E.070, especialmente con los elementos estructurales donde hay aberturas (puertas, ventanas y/o traga luz). Tales situaciones ocurren porque la mayoría de las veces estas casas fueron construidas por los propietarios sin ningún tipo de asesoramiento técnico.

*Figura 2. Construcciones de Sistema Tradicional.*



Albañilería 3 pisos – Paracas

Vivienda Albañilería - Pisco

*Fuente: (Astroza, 2007)*

El uso de elementos de refuerzo en las hileras de los muros asegura que, aunque los paños de mampostería se agrieten, la estructura permanecerá intacta, siempre que no existan defectos en los empalmes y anclajes de los aceros de los elementos de confinamiento y en las juntas de construcción de los muros. Algunos de estos defectos, se han observado en edificios ubicados en la zona epicentral (Astroza, 2007).

*Figura 3. Construcciones de Sistema Tradicional (Hospital Antonio Skrabonja Antonich, Pisco)*



Daños exteriores

Daños interiores

*Fuente: (Hernández, 2017)*

### 1.1.3. Regional

Según (Alfaro Asto, 2007), Esta investigación da a conocer de las 07 canteras de ladrillo estudiadas, sólo M-3, M-5 y M-7 (ladrilleras del Sr. Teófilo Cajamarca, Lucinda Gonzales y Martha Jara) pueden llegar a ser clasificados como TI, TI y TII

respectivamente, pueden ser utilizados en la construcción de viviendas de albañilería confinada de hasta 2 pisos. Esto significa que son unidades permeables (con gran capacidad de almacenamiento de agua), la resistencia característica a compresión axial de las unidades de la albañilería resulto  $f_b = 69 \text{ kg/cm}^2$ , para la muestra M-7 cantera de ladrillo del centro poblado de Compañía.

Según (Leguía Damiano, 2018), Hay un sobre crecimiento descontrolado de fábricas de ladrillos artesanales y semi-industriales, todo lo cual conduce al impacto de los ladrillos de mala calidad, Autoconstrucción de vivienda informal. Como tal, es probable que se ponga en peligro la construcción en lugares de barrios populares, asentamientos humanos, Cuando ocurren eventos sísmicos inesperados, quedan sujetos a un colapso masivo y las consecuencias del daño inducido por el terremoto resultan en tragedia, pérdida de vidas y estructuras irreparables después del terremoto.

*Figura 4. Unidades de Albañilería con defectos, Ayacucho.*



Rasgos físicos de vacíos

Presencia de caliches

*Fuente:* (Leguía Damiano, 2018)

*Figura 5. Autoconstrucción de viviendas con sistema tradicional, Ayacucho.*



Expuesta a intemperismo

Cangrejas en conexiones

*Fuente:* (Leguía Damiano, 2018)

## 1.2. Delimitación del Problema

### 1.2.1. Espacial

El trabajo de investigación se llevará a cabo dentro de la siguiente delimitación espacial.

- País: Perú
- Región: Ayacucho
- Provincia: Huamanga
- Distrito: Vinchos
- Lugar: Centro Poblado de Putaqa

Se escogió el Bloque A del Proyecto “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria de la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa Distrito de Vinchos-Huamanga-Ayacucho”, el cual será objeto de estudio.

*Tabla 1. Coordenadas UTM*

<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Vértice A	570466.1344	8518124.8995
Vértice B	570498.9650	8518085.8522
Vértice C	570424.3424	8518023.0540
Vértice D	570391.2599	8518062.2617

*Fuente: Elaboración propia*

*Figura 6. Ubicación de la zona de estudio, Centro Poblado de Putaqa.*



Fuente: Obtenido de plataforma Google Earth Pro 7.3.

### 1.2.2. Temporal

La presente investigación se realizó durante periodos de los años 2021 al 2022.

### 1.2.3. Temática y unidad de análisis

La temática de estudio es Evaluar el Comportamiento Estructural, del sistema constituido por poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada respecto al Sistema Tradicional (albañilería confinada y Aporticado), cuya unidad de análisis realizar un total de 40 muestras.

Tabla 2. Temática y unidad de análisis

UNIDAD DE ANALISIS	Ensayos a Compresión Axial	Ensayos a Flexión
Pilas de unidades de albañilería	10 und. (0.30x0.23x0.13 m)	10 und. (0.405x0.23x0.13 m)
Panel de P.E. con malla Electrosoldada.	10 und. (0.30x0.23x0.07 m)	10 und. (0.405x0.23x0.07 m)

Fuente: Elaboración propia

### 1.3. Formulación del Problema.

**Debería ser:** las edificaciones construidas en la región de Ayacucho, no deberían sufrir ningún daño ante un evento sísmico, según antecedentes que tenemos en el terremoto del 2007 en la región vecina de Ica, se pretende incorporar un nuevo Sistema Constructivo constituido por Poliestireno Expandido con Malla de acero Electrosoldada.

**Es:** la fabricación de Bloques de ladrillo no tiene ningún control técnico en la región de Ayacucho, por ello no cumplen la resistencia requerida según el reglamento y también el autoconstrucción sin ninguna supervisión profesional harán que las edificaciones no garanticen un buen comportamiento estructural ante un movimiento sísmico.

#### 1.3.1. Problema General

¿Cuál de los dos Sistemas Constructivo presenta un adecuado comportamiento estructural, sometidos a ensayo de compresión Axial y Flexión, el Sistema de Poliestireno Expandido con Malla Electrosoldada o el Sistema Tradicional para luego modelar antisísmicamente una edificación en la Institución Educativa de Putaqa-Ayacucho?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cuál de los dos Sistemas Constructivo, de Poliestireno Expandido con Malla de Acero Electrosoldada o el Sistema Tradicional, presenta adecuado Comportamiento Estructural sometidos al Ensayo de Compresión Axial?
  
- b) ¿Cuál de los dos Sistemas Constructivo, de Poliestireno Expandido con Malla de Acero Electrosoldada o el Sistema Tradicional, presenta adecuado Comportamiento Estructural sometido al Ensayo a Flexión?
  
- c) ¿Cuál es el Comportamiento Antisísmico al modelar y analizar una Edificación con el Sistema de Poliestireno Expandido con Malla de acero Electrosoldada y Sistema Tradicional en la Institución Educativa de Putaqa, Ayacucho?

### **1.4. Justificación e Importancia**

#### **1.4.1. Justificación Técnica**

La necesidad de realizar esta Investigación se basa que actualmente en el país se adopta más los métodos constructivos tradicionales (Albañilería confinada, Aporticado, etc.) los más comúnmente utilizados; sin embargo, un nuevo sistema estructural constituido por poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, viene ejecutándose en varios países, los cuales han sido de gran éxito y aprobación, tiene muchas ventajas, tiene mejor resistencia ante un Evento Sísmico, ya que está cubierto por acero por ambas caras, puede ser más liviano, ocupar menos espacio y área, extender la vida útil, reducir los costos, acortar el proceso de construcción y soportar diferentes condiciones climáticas ya que es Termo-Aislante (elevada resistencia al paso del calor, reduciendo la transferencia de este calor a su cara opuesta, por lo tanto podemos decir que protegen del frío y del calor), también aprovechar su propiedad de Acústico (absorber el sonido que se manifiesta) y Propiedades infinitas según sea necesario.

Realizaremos muestras (muretes) de poliestireno expandido de 7cm de espesor, ya que con espesores menores ya se hicieron ensayos y no resultaron favorables, el espesor del acero en la malla Electrosoldada será calibre N° 12, finalmente el Revoque con mortero de 3 cm en ambas caras, humedecer las muestras por tiempo de 7, 14 y 28 días, y someterlos a ensayo de Compresión Axial y Flexión.

### **1.4.2. Importancia**

Es de trascendental importancia efectuar este estudio comparativo, para así aportar a perfeccionar y optimizar la calidad de nuestras edificaciones con este nuevo sistema constructivo constituido por poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, en cuanto al comportamiento estructural se realizará en la presente investigación ensayos en laboratorio a compresión axial y flexión, si realmente son más resistentes a la del sistema constructivo tradicional y se modelara una edificación (Bloque A) de la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa, Región de Ayacucho, con ambos sistemas, para finalmente concluir cuál de los dos sistemas es más apto e idóneo.

**1.4.2.1. Social:** La investigación actual tiene como objetivo mejorar la calidad constructiva de las edificaciones y Fomentar en la Región de Ayacucho la utilización del Sistema Constructivo constituido por Poliestireno Expandido con Malla de Acero Electrosoldada.

**1.4.2.2. Económica:** La implementación del nuevo sistema constructivo, reducirá el costo y el tiempo, de construcción de edificaciones respecto a la del Sistema Tradicional, si fuera así, podemos analizar, diseñar y construir Edificaciones en la región de Ayacucho con el sistema constructivo constituido por poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada.

**1.4.2.3. Ambiental:** Nos ayuda a aminorar desperdicios por ser un sistema constructivo más limpio y ordenado, así disminuir la contaminación Ambiental.

Por lo tanto, esta investigación pretende fomentar a utilizar el sistema constructivo constituido por poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, en la construcción de edificaciones, aportando importantes beneficios sociales, económicos y ambientales

### **1.5. Limitaciones de la Investigación**

La investigación recurrirá de Libros, manuales, Papers ya que no hay muchas investigaciones anteriores, las muestras y los ensayos se realizarán en Laboratorio de esta ciudad, por tal motivo la investigación no tiene limitaciones para su realización.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Analizar sobre los dos sistemas constructivo, el de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada o el de Sistema Tradicional, presenta mejor comportamiento estructural, tanto en Compresión Axial y Flexión, y Modelar antisísmicamente una Edificación en la Institución Educativa de Putaqa, Ayacucho.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

1. Comprobar cuál de los dos Sistemas Constructivo, el de Poliestireno Expandido con Malla de acero Electrosoldada o el Sistema Tradicional, presenta mejor Comportamiento Estructural al someter a Ensayo de Compresión Axial.
2. Comprobar cuál de los dos Sistemas Constructivo, el de Poliestireno Expandido con Malla de acero Electrosoldada o el Sistema Tradicional, presenta mejor Comportamiento Estructural al someter a Ensayo de Flexión.
3. Modelar una Edificación y Analizar el Comportamiento Antisísmico, con el sistema de Poliestireno Expandido con Malla de acero Electrosoldada y Sistema Tradicional, en la institución educativa de Putaqa, Ayacucho.

## CAPITULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Investigaciones Internacionales.

**Según** (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014), en Nicaragua se construirán estructuras seguras para atender diversos requerimientos de resistencia a eventos catastróficos. Por lo tanto, se buscan sistemas de construcción que tiendan a minimizar los efectos de terremotos o eventos sísmicos. “Se presenta en este documento las especificaciones mínimas del Sistema Constructivo de paneles Emmedue. Este sistema está compuesto de un núcleo de poliestireno expandido, cubierto por una malla de acero de alta resistencia en cada una de sus caras, unidas entre sí por conectores de acero de igual resistencia y un revoque in situ de microconcreto a ambos lados de la cara” (pág. 5).

El objetivo principal de este sistema es proporcionar paneles modulares prefabricados con un comportamiento adecuado ante eventos sísmicos, además de ahorrar tiempo de construcción y costos en mano de obra. Por esta razón, se dice que forma una estructura sismorresistente (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

*Figura 7. Obras ejecutadas en Nicaragua.*



Edificio el centro II

Residencial Praderas de Sandino

*Fuente:* (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

*Tabla 3. Características técnicas del panel PEME*

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.00 mm cada 95 mm
Acero transversal	Φ 2.00 mm cada 100 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	Fy>6120 Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

*Fuente:* Tabla tomada desde (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Se indican en este Manual, los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos, elaborados a los paneles estructurales.

### A. Ensayo a Compresión Centrada y Excéntrica:

Tabla 4. Resultados ensayos compresión centrada y excéntrica.

Espesor panel (cm)	Altura panel (cm)	Carga lineal Máxima (Kgf/m)	
		Compresión Centrada	Compresión Excéntrica (con excentricidad 1/3 espesor total)
4	240	77,472	57,696
6	400	60,143	36,697
6	300	115,189	72,069
8	270	136,595	69,317

Fuente: Tabla tomada desde (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### B. Ensayo a Flexión Simple:

Las pruebas de flexión generalmente se realizaron en diferentes configuraciones, por lo que se muestra el último momento representativo del panel ensayado.

Tabla 5. Resultados ensayos flexión simple

Espesor panel Poliestireno (cm)	Capa Compresión (cm)	Momento último (Kgf*m/m)
4	3	826
7	3	1,244
7	3	1,386 (con registro del esfuerzo último corte)
8	3	115,189

Fuente: Tabla tomada desde (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Flecha a la rotura =  $\frac{Luz}{100}$  (los apoyos en los extremos son simplemente apoyados, por lo que la deformación transversal no está restringida y la deflexión no es propia del comportamiento de las muestras a flexión).

### C. Ensayo Sísmico:

Una edificación prototipo construida enteramente de paneles (paredes, techo, escaleras, techo) fue sometida a aceleraciones horizontales de 10 m/s<sup>2</sup> a varias frecuencias, incluidas las de la estructura, y no se observaron daños ni grietas.

Es importante señalar que un sismo típico para diseños en zonas de alto riesgo implica aceleraciones horizontales del orden de 3,50 m/s<sup>2</sup>.

**Según** (Martínez Martínez, 2012, pág. 68), “se calculará el peso de las paredes de carga y de la cubierta para ambos sistemas constructivos (sistema constructivo con paneles estructurales de EPS y el tradicional), siguiendo los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE: Acciones en la Edificación”.

Para comparar el peso de los elementos entre los dos sistemas, tomemos 1.0 m<sup>2</sup> de cada muestra y apliquemos el peso del material tanto a la fachada (panel muro) como a los forjados (panel losa) (Martínez Martínez, 2012).

Tabla 6. Diferencia de Pesos en muros.

FACHADA DE OBRA HUMEDA		FACHADA DE PANEL EPS	
1 m <sup>2</sup> de ladrillo perforado 0.14x1500 Kg/m <sup>2</sup>	210.00 Kg	1 m <sup>2</sup> de EPS	4.00 Kg
1 m <sup>2</sup> de hueco 0.04x1200 Kg/m <sup>2</sup>	48.00 Kg	1 m <sup>3</sup> de microhormigon armado 0.06 m <sup>3</sup> x 2400 Kg/m <sup>3</sup>	144.00 Kg
1 m <sup>2</sup> de mortero 20 kg/m <sup>2</sup> cm 20x1.5 cm	30.00 Kg	1 m <sup>2</sup> de mortero 20 kg/m <sup>2</sup> cm 20x1.5 cm	30.00 Kg
1 m <sup>2</sup> de lana de roca 15 kg/m <sup>2</sup> 0.03x15 cm	0.45 Kg	1 m <sup>2</sup> de carton-yeso 15 mm	11.94 Kg
1 m <sup>2</sup> yeso 10 kg/m <sup>2</sup> cm 10x1.5cm	15.00 Kg		
<b>PESO TOTAL</b>	<b>303.45 Kg</b>	<b>PESO TOTAL</b>	<b>189.94 Kg</b>

Fuente: Tabla tomada desde (Martínez Martínez, 2012)

Diferencia de peso en %:  $303.45 - 189.94 = 113.51 \text{ kg} \rightarrow \frac{113.51}{303.90} \times 100 = 37.35\%$

De los resultados obtenidos se puede concluir que el sistema constructivo realizado con paneles de EPS es un 37,35% más ligero que el sistema convencional con las mismas propiedades estructurales.

Tabla 7. Diferencia de Pesos en losa

FORJADO UNIDIRECCIONAL		FORJADO DE PANEL EPS	
1 m <sup>2</sup> forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0.28 m	300.00 Kg	1 m <sup>2</sup> de EPS 150	9.00 Kg
		1 m <sup>3</sup> de microhormigon armado 0.08 m <sup>3</sup> x 2400 Kg/m <sup>3</sup>	192.00 Kg
<b>PESO TOTAL</b>	<b>300.00 Kg</b>	<b>PESO TOTAL</b>	<b>201.00 Kg</b>

Fuente: Tabla tomada desde (Martínez Martínez, 2012)

Diferencia de peso en %:  $300.00 - 201.00 = 99.00 \text{ kg} \rightarrow \frac{99.00}{300.00} \times 100 = 33.00\%$

De los resultados obtenidos podemos decir que existe una reducción de peso de 33.00% entre un sistema y otro.

A través de una serie de cálculos, se puede deducir la diferencia de peso (muros y forjados) entre el sistema tradicional y el sistema de paneles EPS.

Tabla 8. Diferencia de Pesos entre estructuras.

CONSTRUCCION TRADICIONAL		CONSTRUCCINO DE PANELES EPS	
Muros	303.45 Kg	Muros	189.94 Kg
Forjados	300.00 Kg	Forjados	201.00 Kg
PESO TOTAL	603.45 Kg	PESO TOTAL	390.94 Kg

Fuente: Tabla tomada desde (Martínez Martínez, 2012)

La diferencia es de un  $603.45 - 390.94 = 212.51 \text{ kg} \rightarrow \frac{212.51}{603.45} \times 100 = 35,22 \%$

Entonces, suponiendo que un edificio construido con el sistema tradicional pesa 100 kg, con el sistema de paneles EPS lo reduce a 64,78 Kg. Esto hace que disminuya dimensiones de cimentación ya que se transfiere menos cargas (Martínez Martínez, 2012, pág. 70).

**Según** (Velasategui, 2013), Este trabajo consistió en estudios teóricos y experimentales de un edificio de 52.00 m<sup>2</sup> utilizando el sistema Emmedue. El edificio fue construido en el sector Inca de la ciudad de Quito, donde se realizaron modelaciones matemáticas y computacional.

“Su comportamiento dinámico fue traslacional en los dos primeros modos de vibración y cumplió con los requisitos de resistencia y rigidez para las cargas indicadas. Por ser un sistema constructivo nuevo necesito varios parámetros, para obtener las cargas horizontales y propiedades de los elementos para su análisis, asumiéndose ciertos valores, realizándose pruebas experimentales” (Velasategui, 2013, pág. 150)

Respecto a las cargas laterales R no está definido para este tipo de muros, el R = 10 está definido para edificaciones con paredes de hormigón armado y R=5 para edificios de mampostería; para nuestro caso de muros de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, estos dos casos no son necesariamente ciertos ya que se trata de paredes con una baja relación de aspecto H/L. Esto significa una doble fuerza sísmica, para este caso se utilizará R = 5 (Velasategui, 2013).

Para R=5 la deriva calculada está por debajo del valor admisible.

$$\text{Dirección corta, deriva inelástica} = 0.000157 < \text{Deriva Admisible} = 0.01$$

$$\text{Dirección larga, deriva inelástica} = 0.000058 < \text{Deriva Admisible} = 0.01$$

Las viviendas construidas con el sistema M2 cumplen con los requisitos de resistencia y rigidez para soportar fuerzas sísmicas equivalentes al sismo de diseño, así como cargas verticales de peso propio y sobrecargadas.

Tabla 9. Características del Panel Poliestireno

<b>Panel W Emmedue</b>		
<b>Muros</b>		
Espesor	20	cm
F <sub>c</sub>	210	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Losas de Entrepiso</b>		
Espesor	20	cm
F <sub>c</sub>	210	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Losa de Techo</b>		
Espesor	20	cm
F <sub>c</sub>	210	Kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>c</sub>	210000	Kg/cm <sup>2</sup>
Peso Volumetrico de homigon	2400	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Acero de Refuerzo ASTM A-40</b>		
F <sub>y</sub>	2800	Kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2100000	Kg/cm <sup>2</sup>
Peso Volumetrico del acero	7850	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Mortero</b>		
F <sub>m</sub> (Resist. minima a la compresión)	140	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Acero Estructural Tipo A-36</b>		
F <sub>y</sub>	2520	Kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>s</sub>	2000000	Kg/cm <sup>2</sup>
Peso Volumetrico del acero	7850	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Tabla tomada desde (Velastegui, 2013)

### 2.1.2. Investigaciones Nacionales

**Según** (San Bartolome, 2009), El propósito principal de este informe es evaluar el comportamiento de un sistema constructivo M2 no convencional (paneles de poliestireno expandido) ante diversos efectos de carácter experimental simulando los efectos de sismos y gravedad.

“Se construyeron 3 muros (C1, C2 y C3) a ensayar a compresión axial. Estos muros estuvieron compuestos por un sólo panel y sus dimensiones incluyendo el mortero lanzado fueron: 119cm de longitud por 244cm de altura y un espesor de 10cm, El peso de estos muros, incluyendo el mortero lanzado, fue en promedio 140 kg/m<sup>2</sup>” (San Bartolome, 2009, pág. 18).

“Luego fueron construidas 3 losas (F1, F2 y F3) a ensayar a flexión. Estas losas estuvieron conformadas por un solo panel para techo. Las dimensiones incluyendo el mortero lanzado en la base (3cm de espesor) y al concreto vaciado en la superficie (5cm de espesor) fueron: 119cm de ancho por 254cm de longitud y un espesor de 20cm. El peso de estas losas, incluyendo el mortero y el concreto, fue en promedio 197 kg/m<sup>2</sup>” (San Bartolome, 2009, pág. 19).

El comportamiento del muro bajo carga axial, ninguno de los tres muros experimentó fallas debido al pandeo o separación de la capa de mortero con el poliestireno. Los tres muros tienen una fuerte inclinación hacia lo vertical y girando como cuerpos rígidos en la base, “El muro C1 tuvo un comportamiento elástico hasta que se presentó una falla local, manifestada a través de una grieta horizontal ubicada en la parte superior de una de las caras (dada la excentricidad, esta fue la cara más cargada), mientras que en la cara opuesta no se presentaron fallas”. (San Bartolome, 2009, pág. 43)

En cuanto a las pruebas de flexión, los tres paneles ensayados se comportaron de manera muy similar. Primero, había una fisura en la zona central que abarcaba todo el ancho del panel. A medida que aumentaba el esfuerzo, se iniciaban nuevas grietas, algunas de las cuales aparecían fuera de la base. Incluso en grandes etapas de deflexión, la grieta siempre fue fina y cerrada por la malla Electrosoldada inferior cuando se alcanzó la carga máxima. De manera similar, no observamos ninguna falla por deslizamiento en el interfaz concreto poliestireno-mortero, pero es posible que estos deslizamientos fueran imperceptibles o que el poliestireno se haya deformado por las fuerzas de corte, tampoco hubo fallas en los apoyos ni falla por compresión en la cara superior de la losa. Las grietas no se concentraron en un solo plano. Es decir, el modo de falla fue dúctil y por flexión (San Bartolome, 2009).

**Según** (Garcia Espino, 2019), El trabajo de investigación tuvo como finalidad conocer el comportamiento del sistema de poliestireno expandido (Emmedue) y albañilería confinada, con el objetivo de conocer la resistencia característica del sistema de P.E. a flexión, compresión axial y diagonal. “Para la realización de este trabajo de investigación, se tuvo que construir 3 pilas para flexión, 3 pilas para compresión axial y 3 muretes para compresión diagonal para el sistema de albañilería y para el sistema Emmedue, se construyó 3 paneles para flexión, 3 paneles para compresión axial y 3 paneles de 60x60cm para compresión diagonal” (Garcia Espino, 2019, pág. 13).

El resultado obtenido para la resistencia característica a módulo de flexión de la Albañilería es igual a  $f^t = 11.95 \text{ Kg/cm}^2$  y el sistema Poliestireno expandido (P.E.) es igual a  $f^t = 27.87 \text{ Kg/cm}^2$ .

Tabla 10. Resistencia de Ensayo a flexión en P.E. a los 28 días.

MUESTRA	DIMENSIONES			CARGA CENTRAL DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A FLEXION(Kg" cm2)	RESISTENCIA A FLEXION(Mpa)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M-1	43.2	30.0	10.0	1850	27.43	2.69
M-2	43.0	30.0	9.9	2160	28.12	2.76
M-3	43.1	30.1	9.9	1600	28.05	2.75
PROMEDIO				1870	27.87	2.73

Fuente: Tabla tomada desde (Garcia Espino, 2019)

Para ensayo a compresión axial para el sistema de albañilería es igual a  $f'm = 95.94$  Kg/cm<sup>2</sup> y el sistema Poliestireno expandido (P.E) es igual a  $f'm = 47.39$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 11. Resistencia de la Compresión Axial en P.E.

MUESTRA	DIMENSIONES			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION AREA BRUTA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ALTURA					
M-1	30.1	10.0	43.2	301.0	14000	1.15	53.6	61.64
M-2	30.0	9.9	43.4	297.0	13080	1.15	50.7	58.31
M-3	29.4	9.9	43.6	291.1	9900	1.15	39.2	45.08
F'm PROMEDIO							47.83	55.01
Ds							7.62	7.62
F'm							40.21	47.39
C.V. %							15.93%	13.85%

Fuente: Tabla tomada desde (Garcia Espino, 2019)

Para ensayo a corte para el sistema de albañilería es igual a  $v'm = 14.11$  Kg/cm<sup>2</sup> y el sistema Poliestireno expandido (P.E) es igual a  $v'm = 9.91$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 12. Resistencia de la Compresión Diagonal en P.E.

MUESTRA	DIMENSIONES			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kg)	COMPRESION DIAGONAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	CORTANTE V'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ESPESOR				
M-1	63.5	64.0	10.2	650.3	11960	13.0	18.39
M-2	63.5	63.8	10.4	662.0	10960	11.7	16.56
M-3	64.2	63.2	10.5	668.9	6200	6.6	9.27
PROMEDIO							14.74
D.E							4.82
V'm							9.91
C.V. %							32.73%

Fuente: Tabla tomada desde (Garcia Espino, 2019)

**Según** (Manrique & Victoria, 2017), Trabajo de investigación para determinar el comportamiento antisísmico de una edificación de 64.84 m<sup>2</sup> con el sistema estructural Emedos (poliestireno expandido) y viviendas confinadas en la ciudad de Huancavelica, 2015.

El sistema estructural Emedos utiliza paneles de poliestireno expandido, lo que resulta un menor peso volumétrico en comparación con los sistemas estructurales tradicionales.

Al realizar el análisis estático y dinámico de la estructura de acuerdo a la Norma Técnica E.030, se encontraron desplazamientos relativos de entrepiso dentro de los rangos permisibles (Manrique & Victoria, 2017).

Tabla 13. Análisis comportamiento antisísmico de los sistemas estructurales Emedos y viviendas confinadas.

ANÁLISIS SISMICO	SISTEMA ESTRUCTURAL EMEDOS (M-2)				SISTEMA ESTRUCTURAL VIVIENDAS CONFINADAS			
	ANALISIS ESTATICO		ANALISIS DINAMICO		ANALISIS ESTATICO		ANALISIS DINAMICO	
	Di/Hi		Di/Hi		Di/Hi		Di/Hi	
	"X"	"Y"	"X"	"Y"	"X"	"Y"	"X"	"Y"
NIVEL 1	0.00020	0.00015	0.00003	0.00001	0.00202	0.00126	0.00031	0.00020
NIVEL 2	0.00039	0.00019	0.00004	0.00002	0.00116	0.00065	0.00016	0.00010
NIVEL 3	0.00035	0.00017	0.00003	0.00001	0.00085	0.00053	0.00010	0.00007

Fuente: Tabla tomada desde (Manrique & Victoria, 2017)

“Podemos afirmar que ambos sistemas estructurales presentan un comportamiento favorable ante eventos sísmicos, aunque el sistema Emedos, presenta un mejor comportamiento frente a eventos sísmicos debido a su bajo peso amortiguando las fuerzas actuantes sobre la edificación” (Manrique & Victoria, 2017, pág. 142)

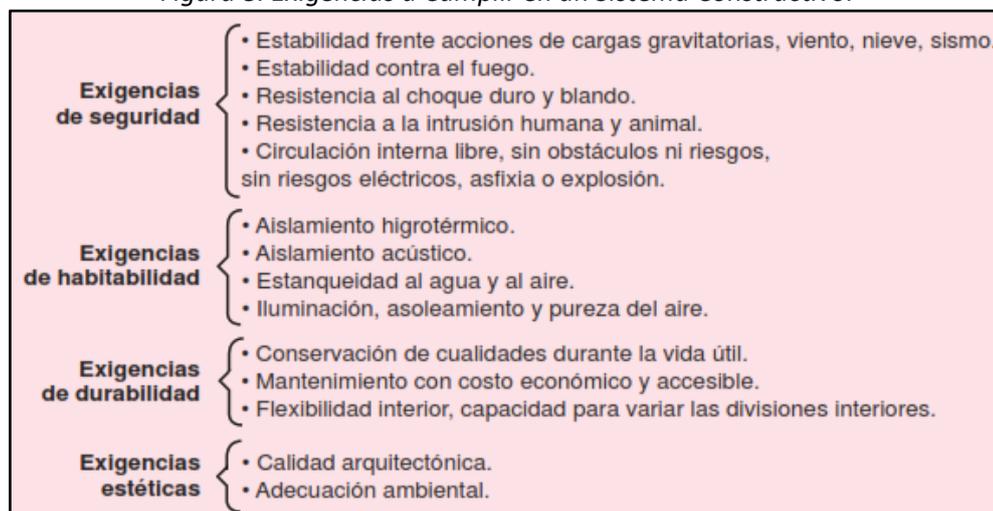
## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Bases legales

#### 2.2.1.1. Norma técnica G.010 (Consideraciones básicas)

Según el artículo 5. de la Norma G.010, “se da a conocer, para garantizar la seguridad de las personas, la calidad de la vida y la protección del medio ambiente, las edificaciones deben de proyectarse y construirse, satisfaciendo las siguientes condiciones” (Pág. 5), a) Seguridad. b) Funcionalidad y c) Habitabilidad

Figura 8. Exigencias a Cumplir en un Sistema Constructivo.



Fuente: Figura tomada desde (Mac Donnell & Mac Donnell, 1999)

#### **2.2.1.2. Norma técnica E.020 de Cargas.**

Según el artículo 1 de la Norma E.020, se sabe que “las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se le aplique y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su Norma de diseño específica. En ningún caso las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos” (Pág. 204).

#### **2.2.1.3. Norma técnica E.030 de Diseño Sismorresistente.**

Según el artículo 2 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.030], 2018), “se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, así como también a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de sismos” (Pág. 212).

Asimismo, en el artículo 3 de la Norma E.030, se hace llegar la filosofía y principios del diseño Sismorresistente que consiste en: a) Evitar pérdidas de vidas, b) Asegurar la continuidad de los servicios básicos, c) Minimizar los daños a la propiedad.

Haciendo referencia a lo mencionado líneas arriba, en caso de un evento sísmico, la estructura no podría colapsar ni causar daños a los ocupantes o, en el peor de los casos, experimentar daños de estructura dentro de los límites permitidos.

#### **2.2.1.4. Norma técnica E.050 de Suelos y Cimentaciones.**

En el artículo 1 de la norma E.050, “establece los requisitos para la ejecución del estudio de mecánica de suelos (EMS), con fines de cimentación, de las edificaciones. Los EMS se realizarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras” (Pág. 227).

Asimismo, en el artículo 3 de la Norma E.050, da a conocer con obligación de efectuar el estudio de mecánica de suelos en los siguientes casos:

- a) Edificaciones que alberguen gran cantidad de personas como: instituciones educativas, universidades, hospitales, clínicas, etc.
- b) edificaciones de uno a tres pisos, que ocupen individual o en conjunto más de 500.00 m<sup>2</sup> de área techada en planta.
- c) Edificaciones de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- d) Edificaciones que requiera plateas de cimentación y/o pilotes.

#### **2.2.1.5. Norma técnica E-060 de Concreto armado**

En el artículo 1 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [ NT E.060], 2009), “Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de estructuras de concreto simple o armado” (Pág. 245).

#### **2.2.1.6. Norma Técnica E-070 de Albañilería**

En el artículo 1 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006), “Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y muros armados” (Pág. 299).

### **2.2.2. Comportamiento Estructural**

El comportamiento estructural es la forma en que una estructura reacciona al desplazamiento o deformación ante la aplicación de una fuerza externa. La relación matemática que existe entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos es la relación constitutiva de la estructura. En términos simples, es el análisis de un edificio para evaluar su vulnerabilidad al daño funcional.

### **2.2.3. Sistema Constructivo**

Según (Muñoz, 2016), “Son el conjunto de elementos, materiales, técnicas, herramientas, procedimientos y equipos que, combinados racionalmente y enmarcados en un método, generan un tipo de edificación en particular” (Pág. 27). Además de lo anterior, los sistemas pueden distinguirse entre sí por el comportamiento estructural de sus elementos ante determinadas solicitaciones. Por lo general, se componen de unidades, estas se componen de elementos, que están hechos de materiales específicos. Por tanto, un sistema constructivo es un conjunto funcional y ordenado de elementos constructivos que forman una unidad completa y autónoma en que puede subdividirse un edificio.

### **2.2.4. Sistema Constructivo de Paneles Emmedue.**

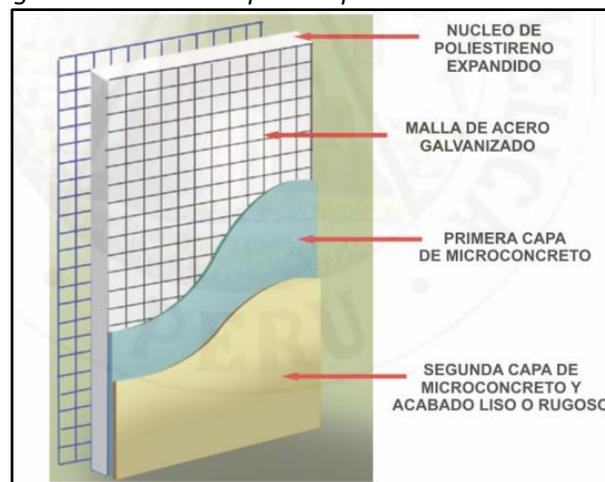
Según (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014), “es un innovador sistema constructivo sismorresistente iniciado por EMMEDUE (Italia), basado en un conjunto de paneles estructurales de poliestireno expandido, con una armadura básica adosada en sus caras,

constituida por mallas de acero galvanizado de alta resistencia, vinculadas entre sí por conectores de acero electrosoldadas” (Pág. 7). De acuerdo a la distribución arquitectónica de muros, tabiques y losas, estos paneles son colocados in situ, son revocados mediante la aplicación de microconcreto, mediante dispositivos de impulsión neumática. De esta manera, los paneles forman elementos de soporte verticales y horizontales de los edificios con capacidades de carga que cumplen con los requisitos de los cálculos estructurales. La facilidad de montaje, la extrema ligereza y la facilidad de uso del panel, hacen rápido la ejecución para todo tipo de edificación.

### 2.2.5. Materiales que Componen el Panel Emmedue.

los principales materiales que componen son: Núcleo central de Poliestireno Expandido, Malla Electrosoldada de acero galvanizado y Microconcreto (Revoque).

Figura 9. Materiales que componen el Panel Emmedue.



Fuente: Figura tomada desde (Manrique & Victoria, 2017)

#### 2.2.5.1. Poliestireno Expandido (EPS)

(Cañas & Olivares, 2016), El Poliestireno Expandido o EPS (del idioma inglés Expanded PolyStyrene), “es un material plástico espumado que absorbe impactos, resiste la humedad y no sufre ningún proceso de descomposición, es decir que no es afectado por microorganismos, es utilizado en el sector de la construcción, principalmente como aislamiento térmico y acústico” (Pág. 31)

El Poliestireno Expandido EPS, se define técnicamente como: “Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire” (ANAPE, 2022). Esta composición particular le concede las siguientes características: Resistencia al envejecimiento, versatilidad y facilidad de conformado,

excelente aislamiento térmico, amortiguación de impactos, facilidad de manipulación e instalación, resistencia química, resistencia mecánica, resistencia a la humedad y es ligero.

También (Cañas & Olivares, 2016) menciona, La materia prima para la producción de este material es el poliestireno expandible, un material derivado del petróleo, se presenta en forma de pequeñas perlas de poliestireno que contienen en su interior un agente expandente distribuido en forma homogénea, que admite su expansión durante el proceso de transformación. El agente expandente es un hidrocarburo de bajo punto de ebullición (habitualmente pentano). “En la fabricación del poliestireno expandible no se utiliza nunca gases expandente de la familia de los CFCs, HCFCs, o HFCs que son agentes causantes de la degradación de la Capa de Ozono” (Pág. 31).

(Cañas & Olivares, 2016, pág. 32), el poliestireno a pesar de ser inofensivo para el ser humano e inactivo en contacto con el agua o aire, el poliestireno expandido puede tardar más de 1000 años en degradarse, no obstante, tiene la ventaja de ser un producto reciclable y reutilizable en otras actividades. “Reciclando 1.0 Tn de EPS se evita la emisión de 2.0 Tn de CO<sub>2</sub> a la atmósfera cada año, lo que equivale aproximadamente al CO<sub>2</sub> que filtran 40 árboles en un año” (pág. 32). Otra forma de reducir estas emisiones es usar el poliestireno, principalmente como aislante térmico en casas y edificios. O es capaz de ahorrar energía generada en un ambiente con aire acondicionado.

El tecnopor más conocido en Perú, según (Rodríguez, 2020, pág. 49) es aplicado en la construcción como juntas de dilatación, separación de estructuras, losas aligeradas, etc. Su funcionalidad y gran uso también se debe al poco peso o carga que tiene este material, teniendo como peso específico aproximadamente 10.0 kg/m<sup>3</sup>, se puede encontrar en el mercado en unidades por planchas con medidas de 1.20 m de ancho por 2.40 m de largo y el espesor es variable desde 1.00 cm hasta 25cm.

### **Especificaciones Técnicas Poliestireno Expandido:**

**a) Descripción:** son material plástico celular y rígido fabricado a partir de la expansión del Poliestireno Expandible o EPS, de alta calidad y de excelentes prestaciones mecánicas para las distintas aplicaciones en el sector de la construcción, así como para aislamiento térmico y acústico.

**b) Características específicas:** El Poliestireno Expandido es un material 100% reciclable, igualmente es: Resistente al envejecimiento, Versátil y fácil de utilizar y/o transformar, Fácil de manipular o instalar, Amortiguador de impactos, Ligero.

**c) Recomendaciones (Habilitación y corte):** El Poliestireno Expandido, es trabajado en obra con elementos de corte convencional (es decir con hoja de sierra, navaja, cúter) y para lograr cortes rápidos y limpios se sugiere utilizar cortadores para Poliestireno (de hilo caliente).

**d) Campos de Aplicación:** El Poliestireno Expandido, es material multiuso como: Juntas de contracción y dilatación, Reemplazo del relleno de losas aligeradas, Aislamiento térmico y acústico, etc.

**e) Características / Ventajas:** Dentro de la amplia gama podemos mencionar: Buen comportamiento mecánico, Bajo peso y alta resistencia, Limpio e inocuo con la naturaleza, No es afectado por hongos, termitas ni polilla; No absorbe humedad, Buena resistencia química, **Buena adherencia del concreto o morteros.**

**Control de Calidad:** Las normas UNE-EN son todas aquellas pautas europeas, con el fin de adaptarse a los procesos y reglamentos oficiales para la fabricación, distribución y comercialización de productos o servicios. Estas se aprobaron y armonizaron por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) después de pasar por un determinado examen de estructura y contenido

*Tabla 14. Normas Europeas UNE-EN del CTN-92 De Poliestireno Expandido*

<b>UNE-EN 13163:2013+A2:2017</b>	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS).Especificación.
<b>UNE-EN 14309:2017</b>	Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.
<b>UNE-EN 14933:2008</b>	Productos aislantes térmicos y de relleno ligero para aplicaciones en la ingeniería civil. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.
<b>UNE-EN 1602:2013</b>	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la densidad aparente.
<b>UNE-EN 16025-1:2016</b>	Productos aislantes térmicos y/o acústicos en la construcción de edificios. Rellenos de EPS ligado. Parte 1: Requisitos para mortero seco de EPS prefabricado.
<b>UNE-EN 16025-2:2016</b>	Productos aislantes térmicos y/o acústicos en la construcción de edificios. Rellenos de EPS ligado. Parte 2: Procesos del mortero seco de EPS prefabricado.
<b>UNE-EN 16809-1:2020</b>	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos formados in situ a partir de perlas de

	poliestireno expandido (EPS) sueltas y de perlas de poliestireno expandido aglomerado. Parte 1: Especificación para los productos aglomerados y sueltos antes de su instalación.
<b>UNE-EN 16809-2:2017</b>	Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos formados in situ a partir de perlas de poliestireno expandido (EPS) sueltas y de perlas de poliestireno expandido aglomerado. Parte 2: Especificación para los productos aglomerados y sueltos tras su instalación.
<b>UNE-CEN/TR 15985:2011 IN</b>	Productos aislantes térmicos. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Certificación voluntaria de la materia prima.

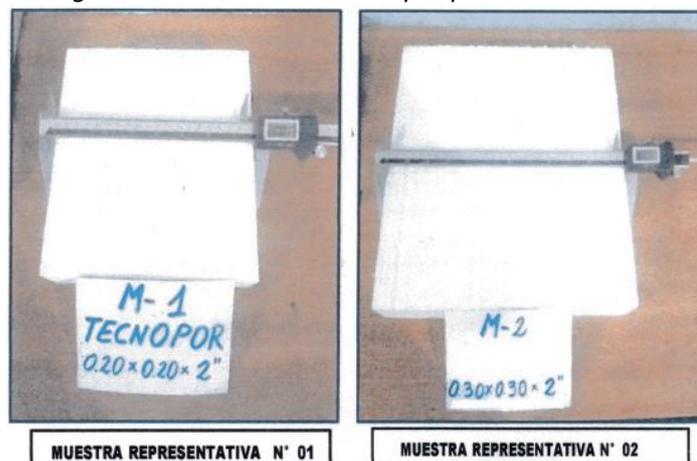
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Datos Técnicos del Poliestireno Expandido.

PROPIEDADES	NORMA UNE	UDS.	TIPOS EPS						
			TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V	TIPO VI	TIPO VII
DENSIDAD Nominal	EN-1602	Kg/m <sup>3</sup>	10	12	15	20	25	30	35
DENSIDAD Mínima		Kg/m <sup>3</sup>	9	11	13.5	18	22.5	27	31.5
ESPESOR MÍNIMO		mm	50	40	30	20	20	20	20
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA I (10°C)	92201	mW/(mK)	46	43	39	36	35	34	33
Tensión por COMPRESIÓN con deformación del 10%. (s10)	EN-826	KPa	30	40	65	100	150	200	250
Resistencia permanente a la COMPRESIÓN con una deformación del 2%		KPa	-	-	15-25	25-40	35-50	45-60	55-70
Resistencia a la FLEXION (sB)	EN-12089	KPa	50	60	100	150	200	275	375
Resistencia al CIZALLAMIENTO	EN-12090	KPa	25	35	50	75	100	135	184
Resistencia a la TRACCION	EN-1607 EN-1608	KPa	-	<100	110-290	170-350	320-410	300-480	420-580
Módulo de Elasticidad		KPa	-	<1.5	1.6-5.2	3.4-7.0	5.9-7.2	7.7-9.5	9-10.8

Fuente: Industria Nacional Del Poliestireno S.A.C.

Figura 10. Muestras de Tecnopor para Construcción



Fuente: Fabrica de Tecnopor Ayacucho.

Tabla 16. Propiedades mecánicas

<b>TECNOPOR PARA CONSTRUCCION</b>			
<b>PESO UNITARIO APARENTE (PUA)</b>			
<b>N-° DE ENSAYO</b>		<b>Ensayo N° 01</b>	<b>Ensayo N° 02</b>
A	Peso del material (gr)	23,72	53,51
B	Área de la muestra representativa (cm <sup>2</sup> )	406,28	912,09
C	Altura de la muestra representativa (cm)	5,06	5,11
D	Volumen de la muestra representativa (cmm = (B)(C))	2,055,77	4,660,77
E	Peso Unitario del material (gr/cmm = (A)/(D))	0,01	0,01
F	Peso Unitario del material (Kg/m <sup>3</sup> )	11,54	11,48
PROMEDIO PUA (Kg/m <sup>3</sup> )		<b>11,51</b>	

Fuente: Fabrica de Tecnopor Ayacucho.

### 2.2.5.2. Malla de Acero Electrosoldada

(Siderperu, 2021), Las mallas electrosoldadas de alambre para refuerzo de concreto, son estructuras planas producidas a partir de alambros laminados en caliente y cuyos diámetros son conformados en frío. Las mallas electrosoldadas pueden ser fabricadas mediante alambre liso o corrugado.

**Malla Tipo Estándar:** Malla Electrosoldada con el espaciamiento entre alambres longitudinales igual al espaciamiento entre alambres transversales (cocada cuadrada), y las puntas longitudinales y las puntas transversales iguales. Diámetros de los alambres iguales.

**Malla Tipo Especial:** Malla electrosoldada fabricada conforme a los requisitos especificados por el cliente.

#### Especificaciones Técnicas Malla Electrosoldada 2"x2", N° 12 – 1.50x20 m

**a) Descripción:** las mallas electrosoldadas N° 12 son fabricadas con varillas longitudinales y transversales de acero galvanizado que se cruzan en forma ortogonal, siendo soldadas por fusión eléctrica en sus intersecciones, lo cual permite una distribución de los esfuerzos en el elemento estructural.

#### b) Documentos de referencia:

- **NTP 341.068.** Norma Técnica Peruana - Alambre de acero al carbono, liso y corrugado, y mallas electrosoldadas de alambre para refuerzo de concreto.
- **ASTM A1064/A1064M.** Carbon-Steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete.
- **ASTM A185.** Reinforcement Welded Steel Mesh for Concrete.
- **ASTM A82/A82M.** Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement

- ASTM A641. Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire (Alambre Galvanizado)

Tabla 17. Malla electrosoldada galvanizada

TIPO DE MALLA	DIAMETRO NOMINAL	CALIBRE N°	RESISTENCIA MINIMA	CAPA DE ZINC MINIMA
2x2 1.52 x 20.02m	2.77 mm	12	56 kg/mm <sup>2</sup>	40 g/m <sup>2</sup>

Fuente: ASTM A185 y ASTM A641

c) **Composición Química:** El contenido de Fosforo (P) 0.060% máximo, Carbono Equivalente 0.55% máximo (análisis de colada).

d) **Propiedades mecánicas:**

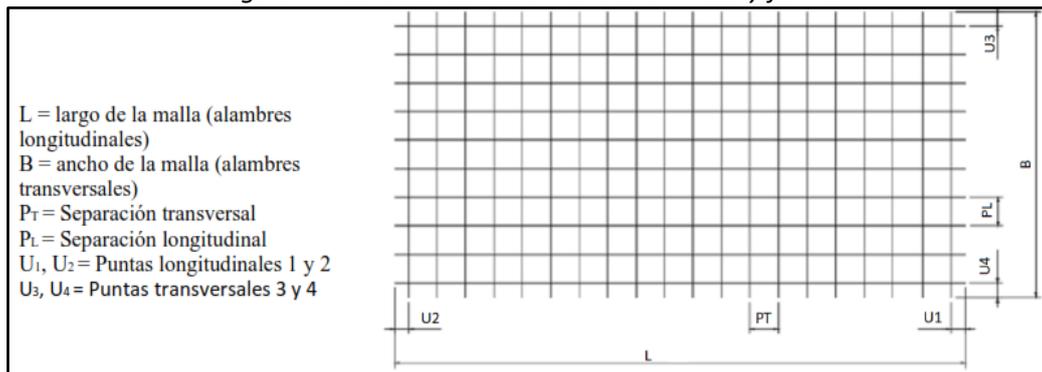
Tabla 18. Propiedades mecánicas

Requisitos	Unidades (MPa)
Resistencia a la tracción	550 mín.
Esfuerzo de fluencia	485 mín.

Fuente: (Siderperu, 2021).

e) **Características Dimensional, Masa y Forma:**

Figura 11. características dimensional masa y forma



Fuente: (Siderperu, 2021).

f) **Presentación:** Suministrado en una amplia variedad de secciones, cuadrículas y diámetros según su aplicación final en Rollo 20.0 m de largo x 1.50 m.

Se fabrican mallas especiales según el diseño del cliente (proyecto). Las variables necesarias para definir una malla especial son largo, ancho, cuantía, diámetro de los alambres, cocadas o separaciones, puntas y cantidad de paneles.

g) **Identificación:** Las mallas, son identificadas con etiquetas, la etiqueta se ubica en el primer cuadrado de la esquina derecha, parte longitudinal de la malla en un paquete. La etiqueta aplicada del producto debe contener la siguiente:

Nombre del fabricante, Número de Colada o lote, Número de paquete, Medida, Longitud, Norma bajo la cual se fabricó el producto, Número de Unidades, Fecha de fabricación.

**h) Usos:** Las mallas electrosoldadas se utilizan en: Armaduras de losas, Plateas, Tabiques, Muros, Pavimentos y pistas de hormigón, Tanques de agua, Revestimiento de túneles.

### Control de Calidad:

Tabla 19. Norma Técnica aplicable al Acero y la norma ASTM correspondiente.

<b>NTP 341.068:2018</b>	PRODUCTOS DE ACERO. Alambre de acero al carbono liso y corrugado y mallas electrosoldadas de alambre para refuerzo de concreto. Requisitos.	<b>ASTM A1064/A1064M-17</b>	Carbon-steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete.
-----------------------------	---	---------------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Malla electrosoldada, Rollo de 25mx2.40m

Alambre	Tipo	Cuánta	Dimensiones de la Malla		Cocada		Diam. de Alambres		Puntas		Peso Nominal
		Longitudinal	Longitudinal (L)	Transversal (B)	Longitudinal (PL)	Transversal (PT)	Longitudinal (Φ L)	Transversal (Φ B)	Punta Longitudinal U1=U2	Punta Transversal U3=U4	Rollo
		cm <sup>2</sup> /m	m	m	mm	mm	mm	mm	cm	cm	kg
Liso	RO-Q63	0.63	75	2.4	200	200	4.0	4.0	10.0	10.0	177.6
Liso	RO-Q84	0.84	60	2.4	150	150	4.0	4.0	7.5	7.5	189.4
Corrugado	RO-Q93	0.93	50	2.4	150	150	4.2	4.2	7.5	7.5	173.8
Corrugado	RO-Q106	1.06	50	2.4	150	150	4.5	4.5	7.5	7.5	199.6
Corrugado	RO-Q139	1.39	40	2.4	100	100	4.2	4.2	5.0	5.0	208.7

Fuente: (Siderperu, 2021), NTP 341.068:2018

Tabla 21. Especificaciones técnicas, malla electrosoldada N°12 2"x2"

DIAMETRO		RESISTENCIA	ADHERENCIA Y ENROLLAMIENTO	CAPA DE ZINC	PESO
nominal	tolerancia (+/-)	minima	minima	minima	aprox.
2.50 mm	0.05 mm	56 kg/mm <sup>2</sup>	1D	40 g/m <sup>2</sup>	58.01 Kg

Fuente: Ficha técnica, Malla Soldadas VILLAVAR

### 2.2.5.3. Microconcreto (Revoque)

Según (García Espino, 2019, pág. 17), para revoque del panel de poliestireno expandido se utiliza una mezcla de cemento, agua y arena a proporción 1:4 (usar arena de cantera más cercana a su proyecto), su resistencia a compresión mínima es de  $f'c=140$  Kg/cm<sup>2</sup> y un máximo de  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, con anchura ambas caras del panel con 3.00 cm para el caso de muros, y para losas 3.00 cm en la parte inferior y 5.00 cm en la parte superior, también se puede aplicar fibra de polipropileno (1.50 lb/m<sup>3</sup>) para

reducir agrietamientos. Después de ser revocadas, las superficies se mantienen en humedad constante de por lo menos 07 días.

### **Especificaciones Técnicas Cemento Andino tipo I:**

**a) Descripción:** Es un cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda clínker Tipo I y yeso.

**b) Beneficios:** alta Resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad de las estructuras, excelente trabajabilidad, moderada resistencia al salitre.

**c) Usos:** En estructuras solidas de acabados perfectos, construcciones de gran envergadura como puentes, estructuras industriales y habitacionales.

**d) Características Técnicas:** cumplen con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

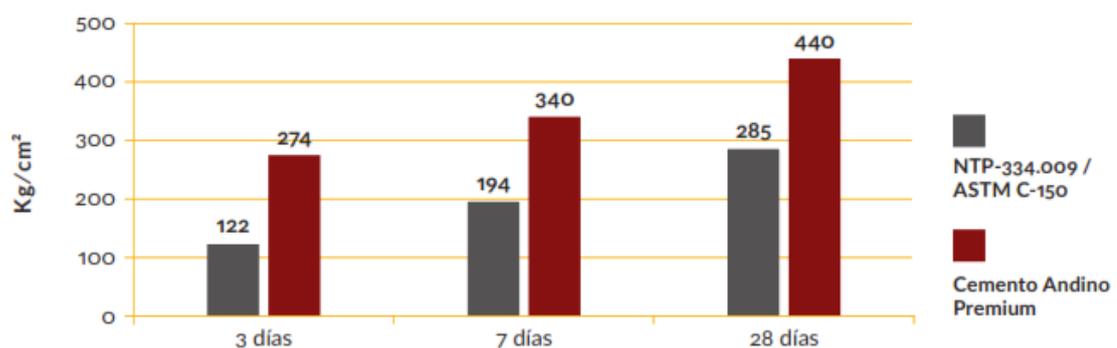
**e) Formatos de Distribución:** Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel+1 film plástico), Granel: a despacharse en camiones bombonas y big bags.

**f) Recomendaciones Dosificación:** se debe dosificar según la resistencia requerida, respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento, realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

**g) Almacenamiento:** almacenar las bolsas bajo techo separadas de paredes y piso, protegerlas de las corrientes de aire húmedo, no apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación, en caso de almacenamiento prolongado cubrir con cobertor de polietileno.

### **Control de Calidad del Cemento:**

*Figura 12. Comparación Resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 VS. Cemento Andino Premium*



*Fuente: UNACEM Construyendo Oportunidades.*

Tabla 22. Propiedades Físicas y Químicas.

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	-0.02	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	373	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	105	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	282	Máximo 375
<b>Composición química</b>			
MgO	%	1.80	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.67	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.72	Máximo 1.5
<b>Fases mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	17.86	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.88	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.01	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.37	No específica
<b>Álcalis equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Máximo 0.60*
<b>Resistencia a los sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

Fuente: UNACEM Construyendo Oportunidades.

### Especificaciones Técnicas de la Arena:

**a) Descripción:** Son aquellos materiales inertes de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento portland en presencia de agua forman un todo compacto conocido como concreto, así como también morteros que ayudaran a unir unidades de albañilería (ladrillos) para muros.

**b) Usos:** trabajos de asentado de ladrillos, trabajos de acabados y tarrajeo.

**c) características y condiciones:** El material agregado (arena gruesa) deberá estar libre de impurezas (limpio de partículas deleznable y lavado), Proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg), y casi en su totalidad pasa el tamiz de 4,75 mm (N° 4), y es retenido en el tamiz 75µm (N° 200).

Las características de la arena gruesa para concreto están establecidas en la **NTP 400.037:2021 AGREGADOS**. Agregados para concreto. Especificaciones. 5ª Edición

**c) Granulometría:** Cumplir lo indicado en el numeral 5.1, 5.2 y 5.4 y Tabla 1, de la NTP 400.037:2021.

Numeral 5.1: El agregado debe tener la granulometría según los límites de la tabla 1 (tabla 23):

Tabla 23. Granulometría de la arena Gruesa.

Tamiz	Porcentaje que pasa (en masa)
9.5 mm ( 3/8 pulg)	100
4.75 mm (N° 4)	95 – 100
2.36 mm ( N° 8)	80 – 100
1.18 mm (N° 16)	50 – 85
600 µm (N° 30)	25 – 60
300 µm (N° 50)	05 – 30
150 µm (N° 100)	00 – 10
75 µm (N° 200)	00 - 3,0 <sup>A,B</sup>

A: Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 µm (No. 200) debe ser máximo 5 %.

B: Para agregado fino manufacturado, si el material más fino que el tamiz 75 µm (No. 200) consiste en polvo de trituración, libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser máximo 5 % para concreto sujeto a la abrasión y máximo 7% para concreto no sujeto a la abrasión.

*Fuente: NTP 400.037:2021*

Numeral 5.2: el agregado fino no debe tener más del 45% que pasa en alguna malla y retenida en la siguiente malla consecutiva, las que se muestra en el numeral 5.1 y su módulo de fineza no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

Numeral 5.4: en una cantera el módulo de fineza base no debe variar en más de 0,20, siendo este valor típico de la cantera. La aprobación de un cambio en el módulo de fineza debe ser aprobada por las partes interesadas.

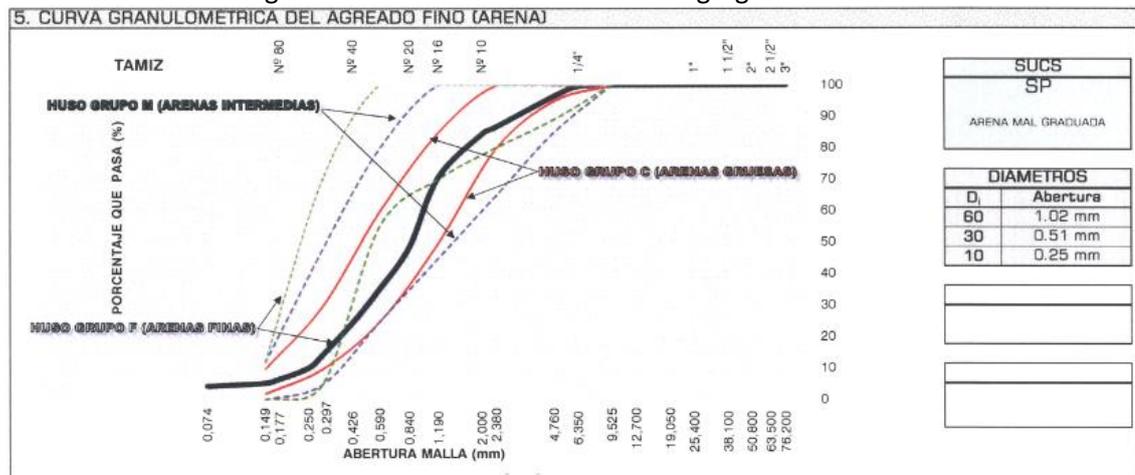
**Control de Calidad del Agregado fino (Arena Gruesa):**

Tabla 24. Análisis Granulométrico del Agregado Fino.

1. MUESTRA						2. PERSONAL		
CANTERA: CHILLICO						OPERADOR: K.O.C		
MATERIAL: AGREGADO FINO						ASISTENTE: W.A.J		
3. TAMIZADO				4. RESUMEN				
N°	ASTM	ABERTURA (mm)	PESO (g)	%	PASANTE %	ESPECIF. LIM. TOTAL	DESCRIPCIÓN	VALOR
DATOS GENERALES								
Peso muestra seca							3,242 g	
Peso muestra seca y lavada							3,103 g	
Perdida por lavado							139 g	
ENSAYOS ESTANDAR								
% Grava							3,61%	117 g
Grava Gruesa-Hasta (N°1 1/2)							0,00%	0 g
Grava Fina-Hasta (N°4)							3,61%	117 g
% Arena							92,11%	2,986 g
Arena Gruesa-Hasta (N°10)							12,16%	394 g
Arena Media-Hasta (N°40)							59,81%	1,939 g
Arena Fina-Hasta (N°100)							20,14%	653 g
% Finos							4,28%	139 g
COEFICIENTES								
Uniformidad (Cu)							4,10	
Curvatura (Cc)							1,02	
D15(mm) =							0,31	
D50(mm) =							0,87	
D85(mm) =							2,12	
Tamaño Maximo (Pulg)†							0	
Tamaño Maximo Nominal (Pulg)†							N°8	
Gravedad especifica							2,48	
Modulo de Fineza							2,92	
Superficie especifica (cm2/gn)							64,15	

Fuente: Akhise, Ingeniería y construcción.

Figura 13. Curva Granulométrica del agregado fino

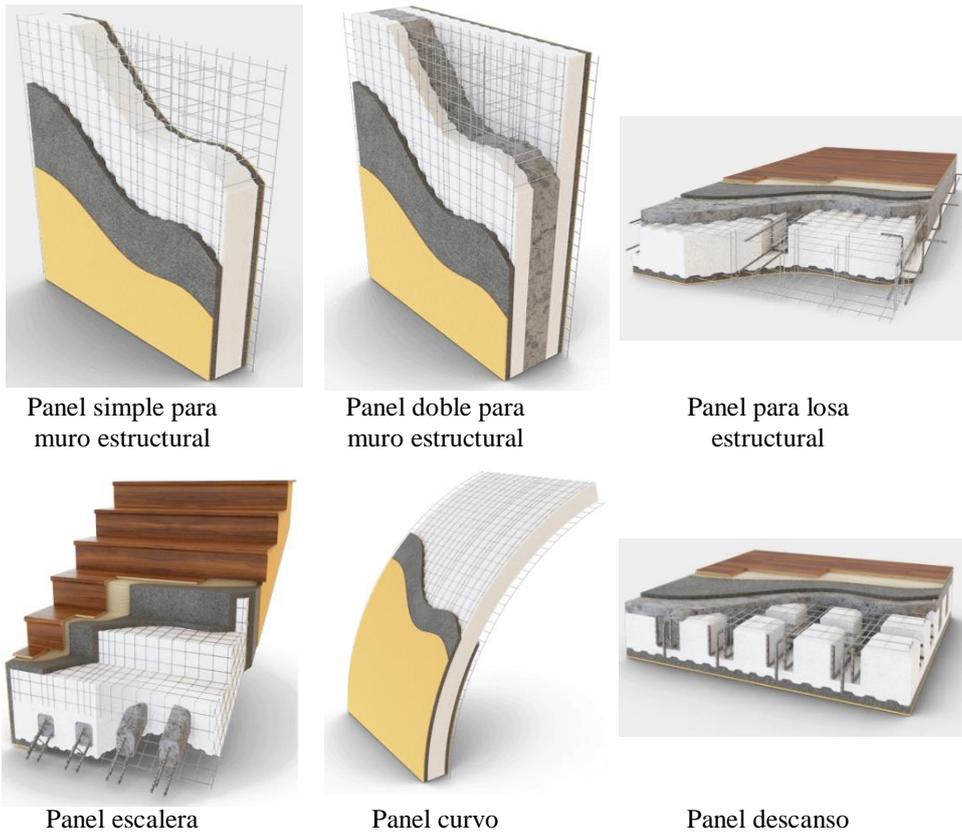


Fuente: Akhise, Ingeniería y construcción.

### 2.2.6. Clasificación de los Productos Emmedue

A continuación, se desarrollará los distintos productos de Emmedue, una lista de paneles disponibles y formas basadas en los requisitos del cliente, haciendo cumplir con los estándares del sistema de poliestireno expandido.

Figura 14. Tipologías de paneles Emmedue.

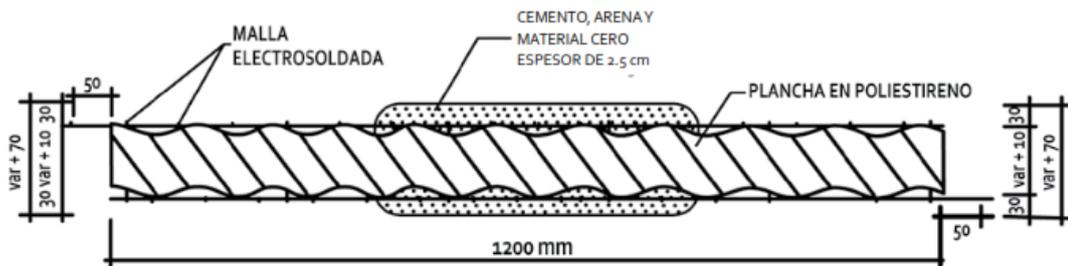


Fuente: (EMMEDUE, 2018)

### 2.2.6.1. Panel simple para muro estructural

Según (EMMEDUE, 2018), es utilizado como muro portante, en construcciones de hasta 4 pisos, con aplicación de revoque en ambas caras, excelente para tabiques, divisores, cerramientos, forjados y coberturas en edificios nuevos o para mejoramientos.

Figura 15. Sección típica panel para muro estructural.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Tabla 25. Propiedades térmicas de muros estructurales con tecnología Emmedue.

Tipo de panel	Espesor de la pared terminada (cm)	Coefficiente de aislamiento térmico Kt (W/m <sup>2</sup> *K)* (entre paréntesis los valores para conectores en acero inoxidable)	Resistencia al fuego REI	Índice de aislamiento acústico
PSME40	11	0.947 (0.852)		41
PSME60	13	0.713 (0.618)		
PSME80	15	0.584 (0.489)	150	41

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Se comercializan tres tipos de paneles, según la cuadrícula que forma la malla estructural.

**a) Panel superior para muro estructural (PSME)**

Tabla 26. Características técnicas del panel PSME

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	Fy>6120Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

**b) Panel Premium para muro estructural (PPME)**

Tabla 27. Características técnicas del panel PPME.

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.30 mm cada 95 mm
Acero transversal	Φ 2.30 mm cada 100 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	Fy>6120 Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

**c) Panel estándar para muro estructural (PEME)**

Tabla 28. Características técnicas del panel PEME.

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.00 mm cada 95 mm
Acero transversal	Φ 2.00 mm cada 100 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	Fy>6120 Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

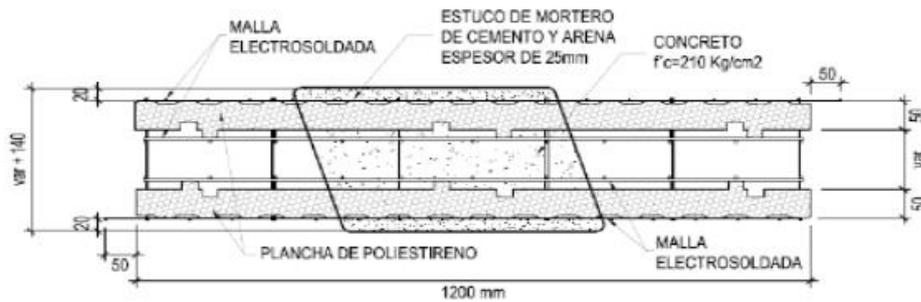
Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### 2.2.6.2. Panel doble para muro estructural

Según (EMMEDUE, 2018), El Panel Doble Emmedue está formado por dos paneles simples de forma adecuada, unidos por un doble conector horizontal en su interior se rellena con un mortero de adecuadas propiedades y resistencia requerida, y finalmente se remata el panel con un enlucido exterior.

También (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014), recomienda “para la construcción de edificios, comparado con el panel simple, el panel doble tiene una particularidad muy útil, la posibilidad de añadir concreto estructural con la finalidad de formar una celda altamente reforzada capaz de soportar cargas elevadas” (Pág. 10).

Figura 16. Sección típica panel doble para muro estructural.



Fuente: (García Espino, 2019)

Tabla 29. Características técnicas del panel doble.

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	Fy>6120Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de aislamiento térmico para PL3	Kt<0.376 W/m <sup>2</sup> *K (0.281 para conectores en acero inoxidable)
Espesor de la pared terminada	I > 38 dB en 500 Hz

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### 2.2.6.3. Panel para Losas Estructurales

Según (EMMEDUE, 2018), viene hacer el Panel para realizar losas y coberturas con viguetas en concreto armado, ofrecen importantes ventajas en términos de ligereza, aislamiento térmico y rapidez de montaje. El panel losa Emmedue está compuesto por una plancha perfilada de poliestireno expandido, añadido de acero en el interior de las correspondientes viguetas y con el sucesivo vaciado de concreto preparado en obra.

Según (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014), Debe de considerarse una “Resistencia mínima a compresión del concreto es: f’c=210 Kg/cm2 y el mortero f’m=140 Kg/cm2.

Estos paneles representan una solución óptima para losas y cubiertas importantes (luz máxima de 9.50 m)” (Pág. 10). Existen 03 tipos de Panel Losa, según el número de nervaduras: sencilla, doble y triple. Para cada tipo de losa el acero en mallas electrosoldadas es la misma.

Tabla 30. Características técnicas del panel para losa con nervaduras.

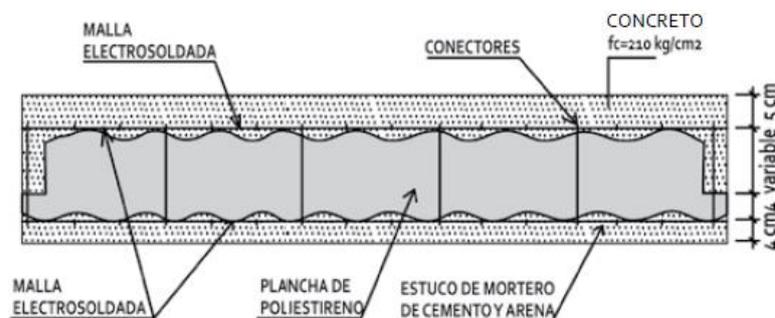
Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (60 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	Fy>6120Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de aislamiento térmico para PL3	Kt<0.376 W/m <sup>2</sup> *K (0.281 para conectores en acero inoxidable)
Índice de aislamiento acústico	I > 38 dB en 500 Hz

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

La sección típica de este panel losa se representa a continuación:

**a) Panel Losa con 01 nervadura para armado de viga (PL1).**

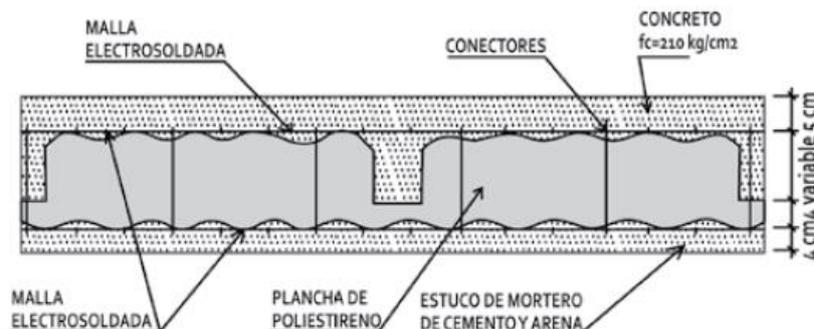
Figura 17. Sección típica panel para muro estructural PL1.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

**b) Panel Losa con 02 nervaduras para armado de viga (PL2).**

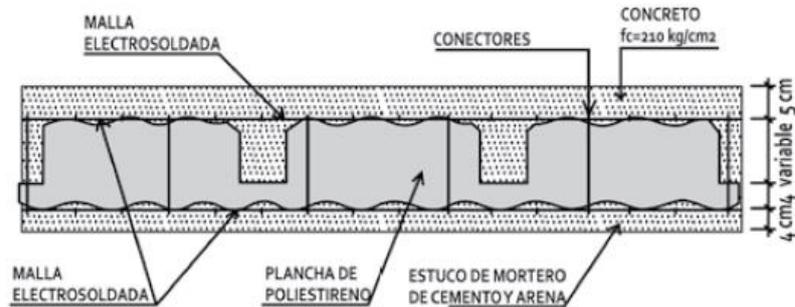
Figura 18. Sección típica panel para muro estructural PL2.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### c) Panel Losa con 03 nervaduras para armado de viga (PL3).

Figura 19. Sección típica panel para muro estructural PL3.



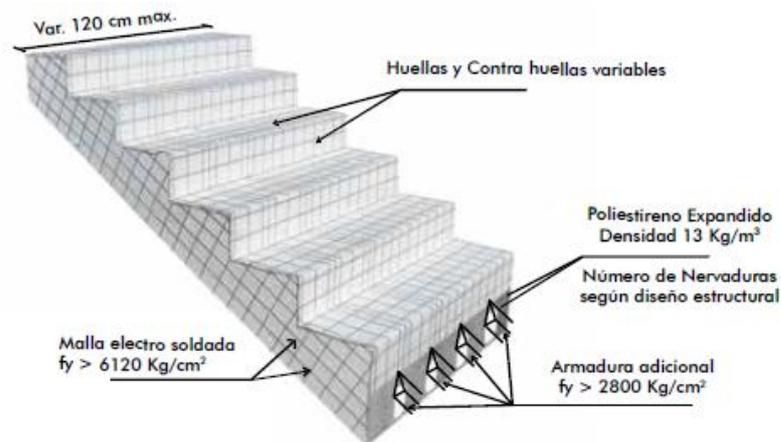
Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

#### 2.2.6.4. Panel Escalera

Según (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014), “El panel escalera está constituido bloques de P.E., perfilado en planchas cuya dimensión está de acuerdo a los requerimientos calculados y armado con dos mallas de acero ensamblado, unido al poliestireno por medio de una gran cantidad de costuras con conectores de acero soldados por electrofusión” (Pág. 11).

Además, menciona “el panel escalera es armado con la inserción de viguetas con barras nervadas en los espacios dispuestos que son sucesivamente llenados con mortero, que se complementan exteriormente con el revoque y acabados. Los tipos de paneles de escalera se clasifican según la cantidad de aberturas proyectadas” (Candiracci, et al, 2014, Pág. 11).

Figura 20. Panel para escalera estructural.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Tabla 31. Características técnicas del panel para escalera estructural.

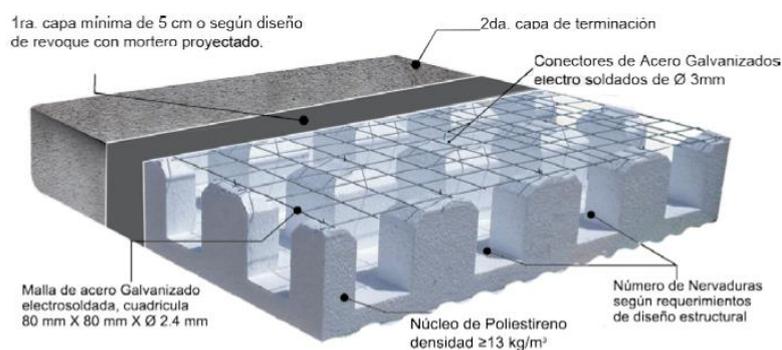
Malla de acero galvanizado PE <sub>1</sub> , PE <sub>2</sub> , PE <sub>3</sub> y PE <sub>4</sub>	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm
Tensión característica de fluencia	Fy>6120Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia al Fuego REI	120 (Ensayo realizado en la universidad de Santiago de Chile)

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### 2.2.6.5. Panel Descanso

Según (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014), el panel descanso son complementarias con el panel escalera. Consiste en bloques de poliestireno expandido con secciones vacías en dos direcciones para colocar acero de refuerzo de acuerdo con los cálculos realizados y las solicitaciones de carga. Se completa el panel con malla Electrosoldada en las caras inferior y superior unidas mediante conectores de acero de alto resistencia soldados por electrofusión. La construcción de la estructura se completa relleno con concreto los espacios destinados a acero estructural y consiguiendo un espesor correspondiente a la carpeta de compresión (losa superior).

Figura 21. Panel descanso de escalera.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Tabla 32. Características técnicas del panel descanso.

Malla de acero galvanizado PD <sub>1</sub> , PD <sub>2</sub> , PD <sub>3</sub> y PD <sub>4</sub>	
Acero longitudinal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.40 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm
Tensión característica de fluencia	Fy>6120Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	Fu>6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia al Fuego REI	120 (Ensayo realizado en la universidad de Santiago de Chile)

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### 2.2.6.6. Panel Curvo

Según (EMMEDUE, 2018), Es un panel especial que se fabrica en grandes dimensiones y espesores en forma plana y se puede doblar directamente en obra. Se puede transportar fácilmente para su posterior curvado en el sitio de forma manual o semiautomática utilizando equipos neumáticos desarrollados por Emmedue. La ventaja de este panel curvo es la capacidad de cubrir grandes áreas de forma rápida y práctica. Además, la forma de este panel permite a los arquitectos ser más creativos y experimentar con formas innovadoras. La superficie curva del panel mejora la circulación del aire, reduce la humedad y mejora la propiedad térmica de la habitación.

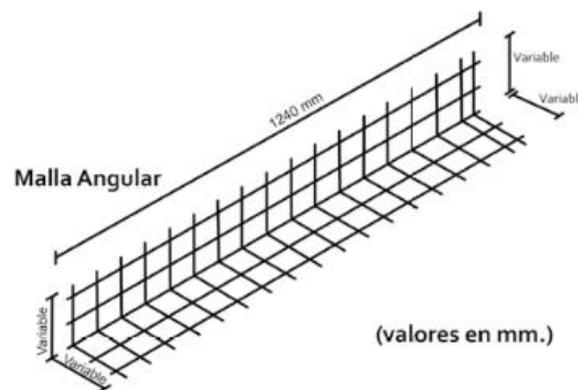
### 2.2.7. Mallas de Refuerzo

Según (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014), “Son fabricados con acero galvanizado y trefilado, con un diámetro de 2.40 mm, son usados para reforzar vanos y encuentros en ángulo entre paneles, asimismo permiten dar continuidad a la malla estructural. Se fijan al panel con amarres realizados con alambres de acero” (Pág. 13).

#### 2.2.7.1. Malla angular MRA

Refuerza uniones en esquinas, uniones de pared con pared y uniones de pared con losa. Cantidad requerida: por esquina 4 unidades (2 externas y 2 internas).

Figura 22. Malla Angular MRA.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Tabla 33. Características técnicas de mallas angulares.

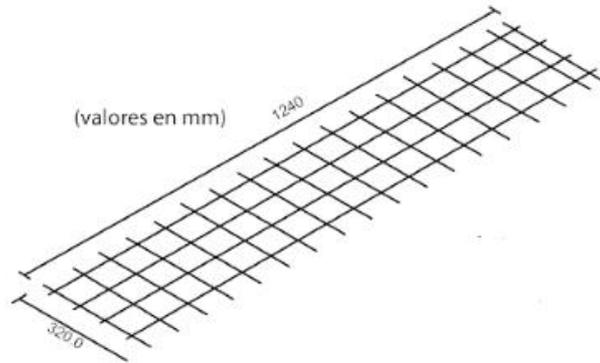
LISTADO DE MALLAS ANGULARES			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRA (1)	150 x 150 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRA (2)	200 x 200 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRA (3)	250 x 250 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### 2.2.7.2. Mallas Planas MRP

Refuerzan las esquinas de vanos a 45°, también son utilizados para reconstruir mallas cortadas y para empalme entre paneles. Las cantidades para usar son: 2 unidades para puertas, y 4 unidades para ventanas.

Figura 23. Malla Plana MRP.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Tabla 34. Características técnicas de mallas planas.

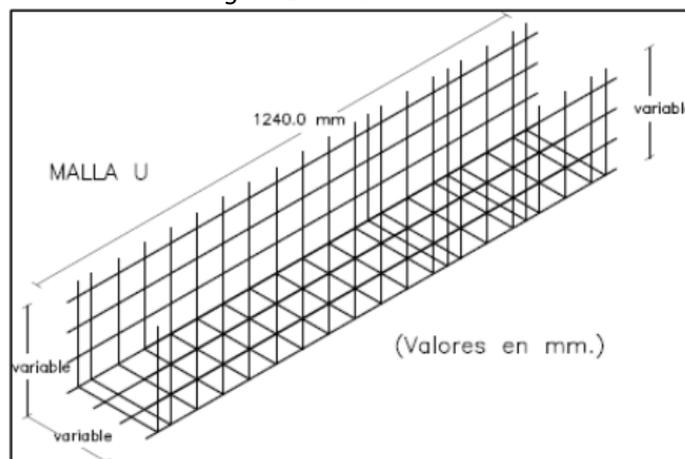
LISTADO DE MALLAS PLANAS			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRA (1)	240 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRA (2)	320 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

### 2.2.7.3. Mallas U MRU-P

Son usados para reforzar la continuidad de los paneles en los bordes libres, también en derrames de las ventanas y de las puertas.

Figura 24. Malla U MRU-P



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

Tabla 35. Características técnicas de mallas tipo U.

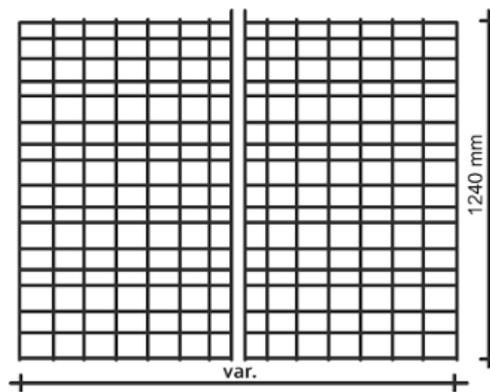
LISTADO DE MALLAS TIPO "U"			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRU-P40	175 x 50 x 175 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRU-P60	165 x 70 x 165 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRU-P80	155 x 90 x 155 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40
MRU-P100	185 x 110 x 185 x 1240	80 mm x 80 mm	2.40

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

#### 2.2.7.4. Malla entera de refuerzo RZ

Esta malla se usa como refuerzo adicional en panel losa o panel muro. Repara la malla de paneles curvados.

Figura 25. Malla entera



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

#### 2.2.8. Análisis de precios del poliestireno expandido con M.E.

Según (Martínez Martínez, 2012) en su tesis titulada "Construcción con paneles estructurales de poliestireno expandido" concluye que Existe un ahorro económico respecto a la obra tradicional de aproximadamente un 25 % en la estructura y al existir un ahorro en tiempo y costo de ejecución, el futuro usuario de la vivienda se puede aprovechar de estos dos criterios, tanto económicamente como temporalmente (pág. 111)

- **Costo directo.** Presenta cuadros, gráficos y normas, el cálculo de materiales, mano de obra, equipos y flete, así como el análisis de costos unitarios de las principales partidas de edificación.
- **Costos indirectos.** Se considera como gastos indirectos a los gastos no incluidos en el costo directo, como gastos generales y la utilidad.

- **Costo de partidas en sistema de construcción EMMEDUE.** Las características del sistema son los siguientes: Acabados muros: Pintura látex, Acabados pisos: cemento pulido + cerámico nacional + laminados.

*Tabla 36. Ficha informativa de costos*

ítem	Partidas Genéricas	S/m2	US\$/m2
	Obras Provisionales	30.95	10.98
	Trabajos Preliminares	3.56	1.26
	Movimiento de Tierras	26.00	9.22
	Platea de Cimentación	59.49	21.10
	Obras de Concreto Armado (Tanque Cisterna)	11.24	3.99
	Muros y Tabiques Sistema EmmeDue	235.00	83.33
	Losas Aligeradas Sistema EmmeDue	121.00	42.91
	Escaleras Sistema EmmeDue	28.05	9.95
	Pisos	56.57	20.06
	Zócalos	9.79	3.47
	Carpintería de Madera	20.73	7.35
	Cerrajería	7.30	2.59
	Vidrios y Cristales	15.45	5.48
	Pintura	52.85	18.74
	Aparatos Sanitarios y Accesorios	21.77	7.72
	Instalaciones de Desagüe	15.88	5.63
	Instalaciones de Agua Potable	15.85	5.62
	Instalaciones Eléctricas	37.23	13.20
	Comunicaciones y Señales	3.61	1.28
	Equipos de Bombeo	8.67	3.07
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>780.99</b>	<b>276.95</b>
<b>AREA CONSTRUIDA</b>			<b>425.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO DE OBRA</b>			<b>117,702.39</b>

*Fuente: Sistema EMEDOS*

*Tabla 37. Ficha informativa de costos, techo y escalera*

Panel	Aplicación	Und.	Cant.	P.Unit.	Parcial
PS2R 120	Techo	m2	140.00	74.22	10,390.80
PESC 250x170x1200x10G	Escalera	und	3.00	350.00	1,050.00
<b>Costo Directo</b>					<b>11,440.80</b>
<b>Gastos Generales</b>					<b>800.86</b>
<b>Sub Total</b>					<b>12,241.66</b>
<b>IGV</b>					<b>2,203.50</b>
<b>TOTAL</b>					<b>14,445.15</b>

*Fuente: Sistema PANECONS*

Obra: PANELES Y MALLAS DE REFUERZO VARIAS  
 Cliente: ING. EDUARDO CARNERO  
 Atención: ING. EDUARDO CARNERO  
 Vende: PANECONS PERU S.A.C.

COD PRODUCTO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>SUMINISTRO DE PANELES</b>					
PSE-80-1200	PANEL SIMPLE ESTRUCTURAL 80x1200. MUROS e = 0.14 m	m2	211.68	S/. 52.85	S/. 11,187.81
<b>SUMINISTRO DE ACCESORIOS</b>					
MRA 150-150	MALLA DE REFUERZO ANGULAR 150 x 150	und	56.00	S/. 3.90	S/. 218.18
MRA 150-250	MALLA DE REFUERZO ANGULAR 150 x 250	und	20.00	S/. 4.95	S/. 98.94
MRP 225	MALLA DE REFUERZO PLANA 225	und	93.00	S/. 3.42	S/. 318.34
MRU 80	MALLA DE REFUERZO U 80	und	70.00	S/. 4.83	S/. 338.30

COSTO DIRECTO S/. 12,161.57

GASTOS GENERALES S/. 851.31

SUBTOTAL S/. 13,012.88

IGV (18%) S/. 2,342.32

TOTAL INC. IGV S/. 15,355.20

### 2.2.9. Lanzadora o Revocadora de Mortero

Según (Solis Ventura O, et al., 2022), “Las revocadoras neumáticas, Son máquinas destinadas a lanzar concreto, mortero, cemento, yeso o cal, sobre paredes o techos. Funcionan por medio de un compresor, se necesitan compresores de 2 HP hasta 5 HP, así como una alimentación constante de aire entre 250 a 350 l/min, dependiendo del modelo de la revocadora” (Pág. 4), el trabajo manual es lento cuando se necesita realizar acabados sobre las paredes, en cambio la revocadora ofrece una mayor rapidez y fuerza de adherencia, tan solo apretando el mango, la pulverización por los 04 orificios puede rociar de forma uniforme la pared rápidamente, ahorrando tiempo y costo, además puede trabajar con grandes cantidades en todo tipo de superficie.

Figura 26. Lanzadora o Revocadora de Mortero



Revocadora de Muro

Revocadora de Techo

Fuente: (Solis Ventura O, et al., 2022)

Para una sola Lanzadora se recomienda un Compresor de mínimo 3.5 HP, 50 lts y 90 PSI de salida. Se Puede usar hasta 4 Lanzadoras al mismo tiempo con un Compresor de 5 HP y 200 lts.

### 2.2.10. Proceso Constructivo del Sistema Poliestireno Expandido con M.E.

#### I. Trabajos preliminares

- Limpieza inicial del área de trabajo.
- Reconocimiento y Planificación del área de trabajo
- Se recomienda que los paneles, mallas y aceros de refuerzo, sean almacenados libres de humedad generalmente cubiertos ante los cambios climáticos.

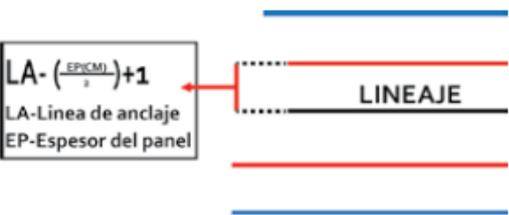
#### II. Cimentaciones

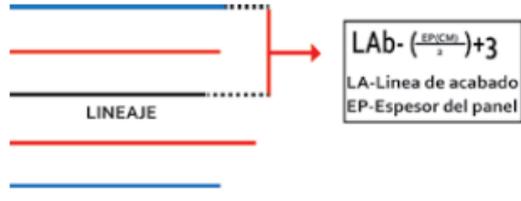
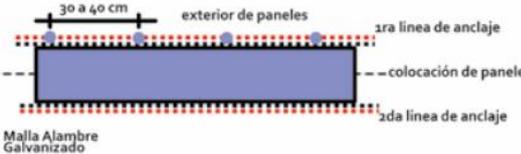
- Verificar el nivel de la plataforma del terreno.
- Contrastar la resistencia del suelo, mejorar si es necesario, con recomendación de un profesional, hasta alcanzar:  $q_{adm} \geq 0.5 \text{ kg/cm}^2$
- Trazo y Replanteo del proyecto sobre el terreno.
- Plantar niveles con madera, en los caballetes se debe colocar clavos de 2" para tensar cordel y así marcar ejes.
- Marcar las zonas de excavación mediante líneas de yeso.
- Excavar el terreno ya sea para cimiento, vigas de cimentación, zapatas o plateas.
- Cortar y armar los aceros en los elementos estructurales de la cimentación.
- Previo al vaciado, verificar nivelación y fijación del encofrado.
- Vaciar el concreto de acuerdo a la resistencia requerida,  $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .

#### III. Anclaje de Aceros de refuerzo para panel.

**a) Trazo de líneas para anclar varillas sobre cimentación:** se realizará el trazo de los ejes principales, ejes de anclaje y ejes de acabado de muros, utilizando cordel sumergidas en tinta en polvo de diferente color para cada eje. A continuación, los cálculos para determinar las distancias entre ejes:

Tabla 38. Líneas de anclaje para Varillas.

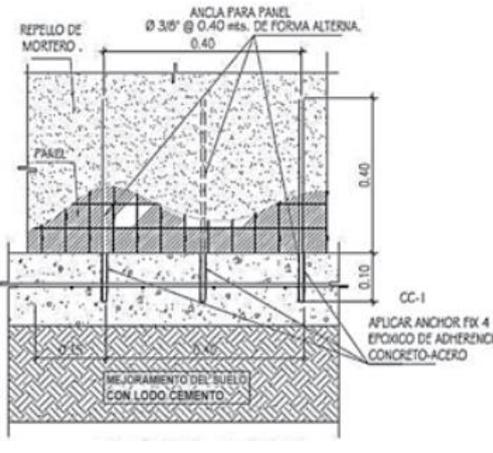
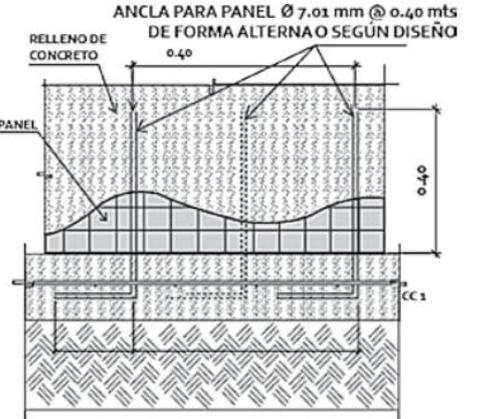
<p>Línea de anclaje de varillas: la distancia de las líneas de anclaje de las varillas respecto al eje es el resultado del espesor del panel dividido entre 2, más 1.</p>	
---	--

<p>Líneas de acabado de paredes: la distancia de las líneas de acabado respecto al eje es el resultado del espesor del panel dividido entre 2, más 3.</p>	
<p>Puntos de perforación: 30cm a 40cm sobre las líneas de anclaje de varillas en la cimentación.</p>	

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

**b) Perforar cimentación sobre las líneas de anclaje:** En esta etapa tenemos 2 alternativas:

Tabla 39. Formas de Colocación de Varillas.

<p>1. Iniciar con la perforación una vez que la cimentación haya adquirido la resistencia requerida. Utilizar anclaje lineal de 50 cm de longitud. La perforación se realizará manualmente con taladro percutor con su respectiva broca. Después de perforar, limpiar el orificio y plantar la varilla con un adhesivo (material epóxico) que nos garantice la adherencia entre el acero y el concreto endurecido.</p>	
<p>2. Antes del vaciado de la cimentación colocar de las varillas de anclaje, la profundidad de empotramiento será 10 cm más un bastón de 15 cm y en la parte superior de la cimentación tendrá una altura libre de 40 cm, para hacer un total de 65 cm de longitud.</p>	

Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

**c) colocación de las varillas de anclaje:** en ambas alternativas se coloca iniciando desde los extremos (esquinas de los muros) a una distancia de 20 cm. En la primera alternativa es recomendable colocar los anclajes de la hilera exterior para facilitar el montaje de los paneles mientras que los anclajes en la hilera interior se colocan en una

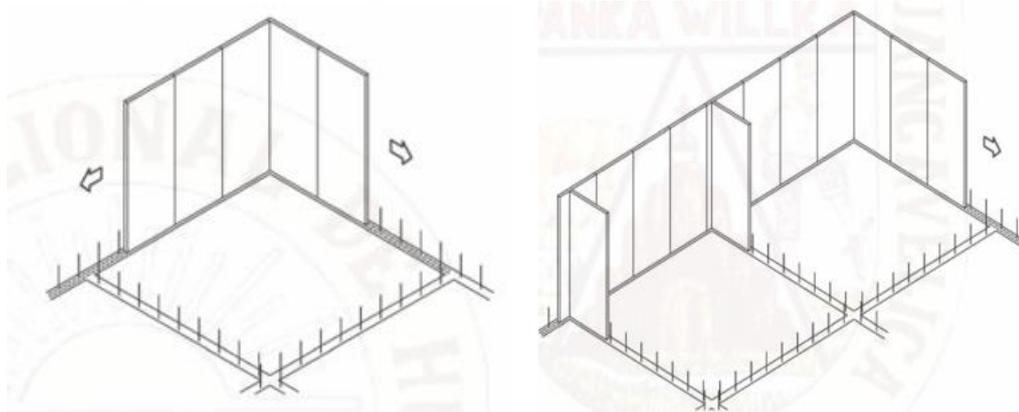
etapa posterior a la fijación de los paneles. La distancia entre cada perforación con ambas alternativas es cada 40 cm (o según el diseño estructural), en forma intercalada en cada lado del panel.

**IV. Montaje y Armado de Paredes:** Existen dos tipos de armados de muros.

**a) Armado mediante Distribución Continua de Paneles:**

- Cortar paneles dejando aberturas para puertas y ventanas según diseño arquitectónico.
- Iniciar el montaje de los paneles cortados desde una esquina de la edificación, fijando los paneles a las varillas de anclaje.
- Añadir repetidamente los paneles, en ambos sentidos X y Y, verificando la verticalidad (plomada) y la correcta superposición de traslape con las mallas de acero.
- Amarrar las mallas manualmente o grapado mecánico.
- Así formar la estructura para los ambientes.

*Figura 27. Armado de paneles, colocación continua de paneles.*

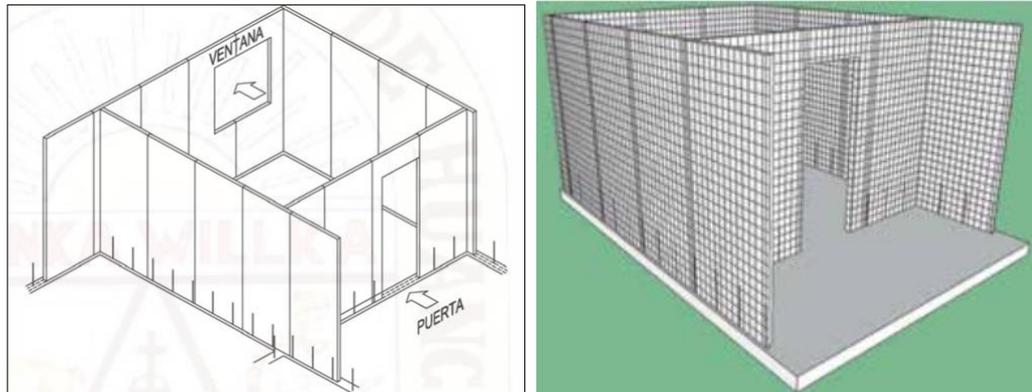


*Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)*

**b) Armado mediante Muro Completo:**

- Se unen varios paneles con su respectivo amarre, hasta formar un muro completo, según los planos arquitectónicos, considerando la verticalidad de los paneles.
- Realizar cortes y aberturas en los paneles y/o muros completos, para ventanas y puertas.
- Se asienta manualmente el muro completo y procede su colocación en la línea de anclaje de varillas.
- Amarrar con alambre N° 16 los paneles, a las varillas de anclaje.

Figura 28. Armado de paneles, Muro completo.

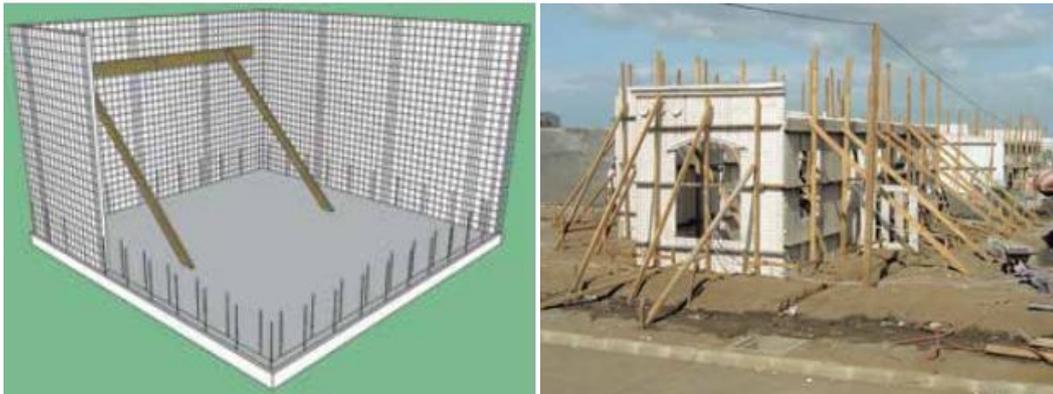


Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

## V. Aplomado, apuntalado de paredes

- Utilizando reglas de aluminio y/o madera, puntales y nivel de mano, se procede al aplomado (nivelación vertical) de muros por la parte posterior a la cara que será revocado.
- Situar los puntos de apuntalamiento a  $2/3$  de la altura del panel muro.
- Cuando los muros son muy delgadas y esbeltas o no poseen arriostramiento transversal es conveniente apuntalarlas en dos puntos, a  $1/3$  y a  $2/3$  de la altura del panel.

Figura 29. Apoyos laterales anterior y posterior al revoque.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

## VI. Instalaciones Eléctricas y sanitarias

### a) Instalaciones Eléctricas

Realizar las instalaciones con tuberías y accesorios de PVC según las especificaciones técnicas, en caso que seas las tuberías de cobre deben aislarse del contacto con la malla Electrosoldada, forrándolas con cinta aislante, y así evitar la conducción eléctrica entre 02 metales diferentes.

*Figura 30. Contracción con fuego del Poliestireno para Inst. Eléctricas.*



*Fuente: (Panelconsa, 2018)*

### **b) Canalizaciones para instalaciones sanitarias**

Los tubos flexibles son trabajables y pueden pasar por detrás de la malla, mientras que los tubos pesados pueden requerirse cortar la malla Electrosoldada, si fuese el último caso se deberá reforzar la zona con una malla de refuerzo plana en el área cortada.

*Figura 31. Contracción con fuego del poliestireno para Inst. Sanitarias.*



*Fuente: (Panelconsa, 2018)*

## **VII. Colocación de Mallas de Refuerzo.**

Instalar y colocar mallas angulares, planas y tipo U en los partes donde hace falta reforzar según requerimiento estructural.

*Figura 32. Malla de Refuerzo Angular en Puertas y Ventanas.*

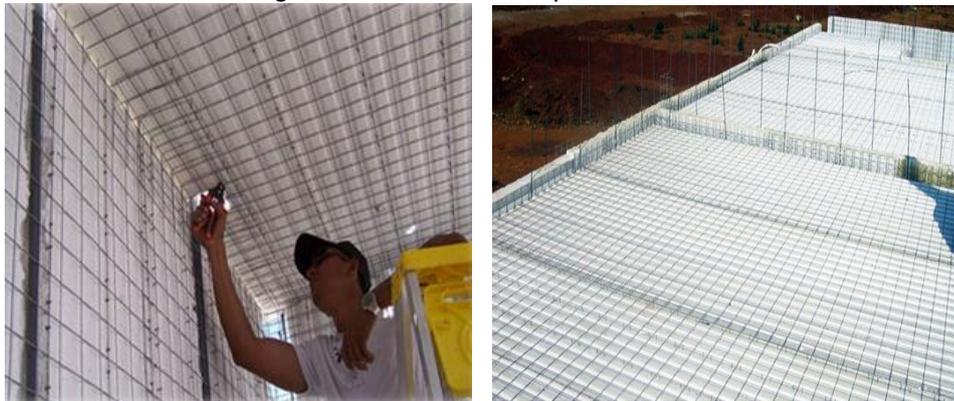


*Fuente: (Panelconsa, 2018)*

### VIII. Instalación de Panel Losa

- a) Limpiar la zona de trabajo, colocar las mallas angulares en la parte superior de la malla de pared, calculando la altura a la que debe empalmar con la malla inferior del panel losa.
- b) Instalar el panel losa sobre las mallas angulares, dejando una separación de 3 cm respecto a la malla del panel muro.
- c) Encofrado de Panel losa, este procedimiento se realizará con puntales y viguetas metálicas controlando su nivelación, se instalarán transversales a la dirección de los paneles.
- d) Colocar los aceros de refuerzo superior especificadas en el diseño estructural.
- e) Realizar trabajos de instalaciones sanitarias y eléctricas.

*Figura 33. Instalación de panel techo.*



*Fuente: (Panelconsa, 2018)*

### IX. Revoque de Panel Muro

- a) Verificar los muros antes del lanzamiento de mortero como su aplomado, escuadra, colocación de las mallas de refuerzo, para luego colocar las guías en puntos de referencia, también verificar las instalaciones eléctricas y sanitarias.
- b) Preparar el plan de revocado con mortero.
  - calcular el volumen de mortero para ser usado, establecer período y horario de ejecución del trabajo, recursos humanos, recursos físicos (equipo y herramientas), y secuencia de ejecución.
  - Respecto al equipo de revoque, se deberá seleccionar entre equipo (revocador de mortero para muro) continuo o discontinuo en función de las características del proyecto y otras variables como costo y tiempo.
- c) En base a las especificaciones técnicas preparar el mortero de revoque.
- d) Se realizará un ensayo empírico para conocer la consistencia del mortero.

e) Lanzar el mortero en el Panel Muro:

- La primera capa debe cubrir la malla Electrosoldada con un espesor aproximado de 2 cm.
- Retirar las guías de los puntos de referencia.
- Humedecer los muros con agua potable.
- La segunda capa se deberá realizar alrededor de unas 03 horas después de la primera, hasta alcanzar un espesor de 3 cm en total, el tiempo máximo entre capas no deberá exceder las 8 horas.
- El lanzado de mortero se realiza de abajo hacia arriba, colocando la boca del revocador de mortero a una distancia aproximada de 10 cm del muro.

*Figura 34. proceso de revoque de Panel Muro.*



*Fuente: (Panelconsa, 2018)*

f) Curar el mortero del panel muro, humedeciendo constantemente por lo menos por 7 días.

## **X. Revocado en capa superior de Panel Losa.**

- a) Verificar antes del vaciado la ortogonalidad, fijación del encofrado, colocación y ubicación de refuerzos de acero, instalaciones eléctricas y sanitarias.
- b) Según especificaciones técnicas preparar el concreto para panel losa.
- c) Vaciar el concreto en la carpeta de compresión de la losa.

*Figura 35. proceso de revoque de capa superior de panel losa.*



*Fuente: (Panelconsa, 2018)*

d) Humedecer el concreto, humedecimiento por 7 días como mínimo.

#### **XI. Lanzado de mortero en la parte inferior de Panel Losa.**

- a) Desencofrar la losa, retirar apuntalamiento, viguetas y tablas, luego de haber transcurrido 7 días como mínimo, luego del vaciado en la parte superior de la losa (zona de compresión).
- b) Verificar instalaciones eléctricas y sanitarias.
- c) Respecto al equipo, (revocador de mortero para techo) se deberá escoger entre equipo para lanzado continuo o discontinuo, en función de las características del proyecto.
- d) Preparar y aplicar el mortero en la capa inferior de la Losa siguiendo los mismos procedimientos que el caso para muros. La forma de aplicación del mortero se puede observar en la figura 33.
- e) El lanzado para este caso, se realiza, colocando la boca del revocador de mortero a una distancia variable de entre 20 y 50 cm libres de la losa, de acuerdo del tipo de equipo a utilizar.
- f) Humedecer constantemente la superficie del mortero lanzado, mínimo durante los siete primeros días.

Figura 36. Revoque de capa inferior de Panel Losa.



Fuente: (Candiracci, Lacayo, & Maltez, 2014)

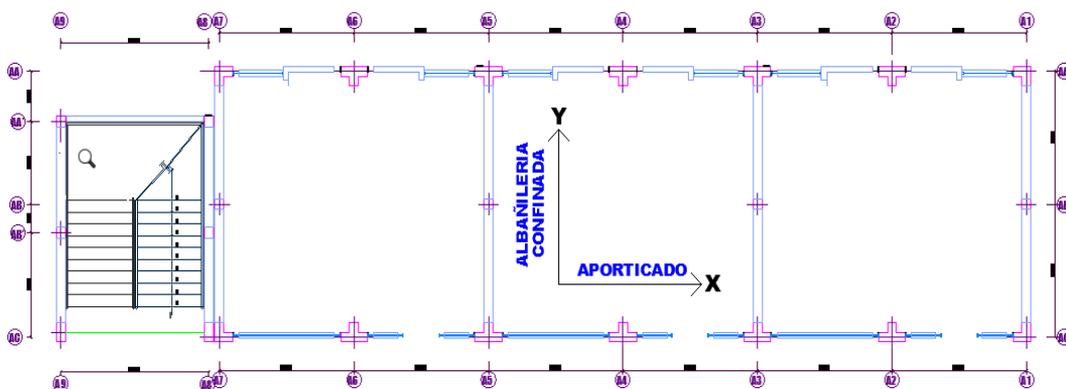
### 2.2.11. Sistema Constructivo Tradicional

El sistema constructivo tradicional, en nuestra Región Ayacucho, es en donde se combinan al menos dos sistemas constructivos diferentes, en lo referente a los estructural, como los sistemas constructivos Tradicionales (albañilería confinada y sistema Aporticado), siendo utilizados en las dos direcciones “X” y/o “Y”.

Donde el sistema de albañilería confinada tiene a elementos de concreto armado como confinamiento en todo el perímetro de los muros de albañilería.

Mientras el sistema Aporticado; son estructuras formadas por losas macizas o aligeradas apoyadas en vigas y columnas conectadas a través de nudos, dejando a los muros de albañilería independiente de estos.

Figura 37. Sistema Constructivo Tradicional



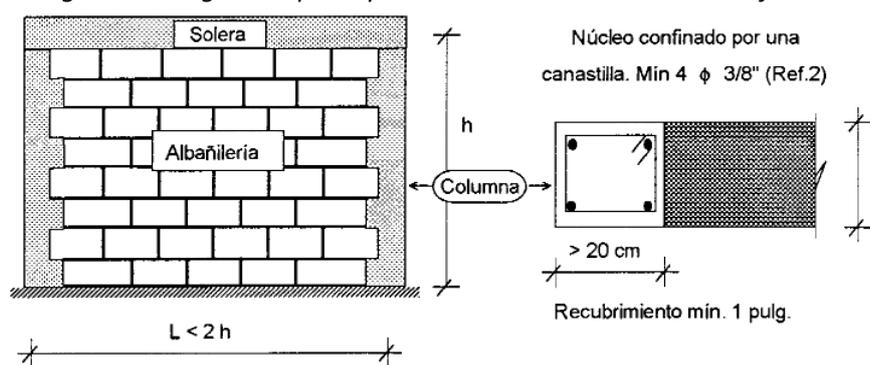
Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.12. Sistema Constructivo de Albañilería Confinada

Según (San Bartolome, Angel, 1994), “Este es el sistema que tradicionalmente se emplea en casi toda Latinoamérica para la construcción de edificios de hasta 5 pisos” (pág. 12). La albañilería confinada está formada por muros de albañilería rodeados de

elementos de concreto armado, que se vacían después de la construcción de los muros, las conexiones dentadas se utilizan entre la albañilería y las columnas, esta conexión es tradicional en Perú, mientras que en otros países como Chile se utilizan juntas prácticamente al ras. El pórtico de concreto armado que rodea los muros sirve principalmente para hacer dúctil el sistema, esto significa que las vigas (viga collar, collarín o viga ciega) y las columnas con secciones mínimas de dimensiones y poco refuerzo son lo que les confiere una deformabilidad inelástica que aumenta ligeramente la resistencia, el pórtico actúa como elemento de arriostramiento cuando es sometido a fuerzas sobre los muros perpendicularmente a su plano.

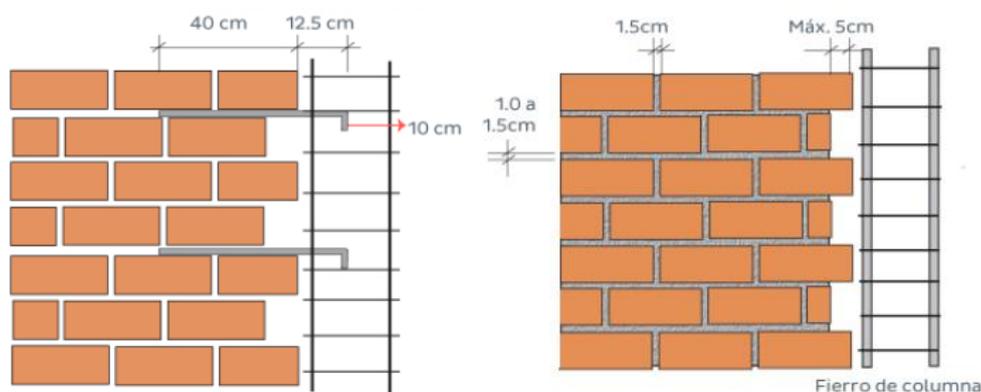
Figura 38. Exigencias para que un muro sea considerado confinado.



Fuente: adaptado de (San Bartolome, Angel, 1994)

Según la Norma Técnica E.070, el espesor del mortero entre ladrillos debe ser entre 1.0 a 1.5 cm. El endentado no debe exceder los 5.0 cm, de lo contrario, la pared puede agrietarse más adelante. Es recomendable colocar mechas de acero para un buen confinamiento entre la albañilería y la columna.

Figura 39. colocación de mechas de anclaje y espesor del mortero entre ladrillos.



Fuente: (Cooperación Aceros Arequipa, 2010)

### 2.2.11.1 Conjunto Estructural

La estructura en conjunto de una edificación será capaz de soportar su peso propio y los efectos de un movimiento sísmico y está formado por los siguientes elementos:

#### a) Cimentación

El tipo de cimentación que se usa habitualmente es el cimiento corrido, por la presencia de muros portantes, lo cual está constituido de la siguiente manera:

**Concreto ciclópeo=Cemento + Concreto + Agua + Piedra (mediana o grande).**

En los planos de cimentación señalan el nivel fondo, cortes en los cimientos, el tipo y la cantidad de acero de refuerzo, mencionar también que cimiento no debe asentarse sobre rellenos, sino en terreno natural.

#### b) Muro, albañilería o mampostería

Según (San Bartolome, Angel, 1994, pág. 2), “Se define como un conjunto de unidades adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales como las piedras o artificiales como el adobe, tapiales, ladrillos y bloques de diversos materiales” (pág.2), este sistema fue creado por el hombre principalmente para satisfacer las necesidades de vivienda.

Figura 40. Albañilería de Ladrillo y Adobe.



Fuente: elaboración propia

#### □ Muro portante

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006) en el artículo 3 menciona, “Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical”

**Muro Portante = Ladrillo King Kong + Mortero**

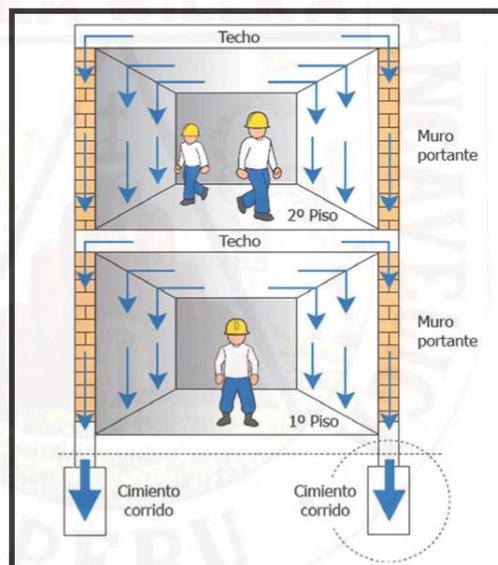
Figura 41. Construcción de Muro Portante.



Fuente: elaboración propia.

Los muros portantes aportan estabilidad adicional a la edificación, es decir, son más resistente estructuralmente. En la figura 39, se muestra el trabajo que realizan estos muros de soportar y transferir peso y carga de cada uno de los pisos a los pisos inferiores hasta la cimentación.

Figura 42. Proceso de transferencia de cargas.



Fuente: (Cooperación Aceros Arequipa, 2010)

#### □ Muro no portante

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006) en el artículo 3 menciona, “Muro diseñado y construido en forma tal que solo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano, por ejemplo, tabiquería, los parapetos y cercos”.

**Tabiquería = Ladrillo pandereta + Mortero**

Figura 43. Muro no portante, tabiquería en sistema Aporticado.



Fuente: elaboración propia

### c) Columna

Según la (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006) se define como “Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento” (pág. 7) Estas columnas suelen tener el mismo espesor que las paredes, el área de la sección transversal y su acero de refuerzo debe dimensionarse o calcularse de acuerdo con la intensidad de la fuerza que trabaje el muro y la distancia entre las columnas.

### d) Vigas Solera o de Amarre

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006) “Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento” (pág. 8). Es un elemento que transmite carga desde la losa del techo hacia los muros, sin llegar a deformarse ante movimientos sísmicos transversales al plano del muro.

### e) Losa aligerada

La losa aligerada forma parte de la estructura de una edificación, realizados de concreto armado y son separadores de entrepisos. Se apoyan sobre muros portantes, vigas o placas con concreto armado, cumplen 03 funciones:

- Transmitir carga peso de los acabados, peso propio, peso de los muebles, peso de las personas, etc. hacia los muros portantes o vigas soleras.
- Transmitir las fuerzas que originan los movimientos Sísmicos, hacia los muros.
- Unir elementos estructurales como muros, columnas y vigas (diafragma rígido), con el fin que toda la estructura trabaje en conjunto.

### 2.2.11.2. Componentes de la albañilería confinada

#### a) Unidad de Albañilería (Ladrillo)

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006) se define como “Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal, puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial” (pág. 8), los ladrillos son unidades de menor tamaño y peso que se pueden operar con una mano, mientras que los bloques son unidades que requieren ambas manos para operar debido a su tamaño y peso.

*Figura 44. Tipos de Unidades de Albañilería.*



King Kong 18 huecos

Solido Artesanal

Pandereta

*Fuente: elaboración propia*

Actualmente existen en el mercado varios tipos de ladrillos que se pueden utilizar para construir muros portantes, pero no todos son de buena calidad.

Para construcción de muros portantes el ladrillo King Kong de 18 huecos es el más utilizado, para estructuras de categoría A (Importantes), pueden ser fabricados artesanalmente o en fábrica. Sin embargo, es conveniente comprar los ladrillos elaborados industrialmente.

Para construcción de muros no portantes, es muy usado el ladrillo pandereta, por su poca resistencia y fragilidad, se llaman tabiques a los muros porque no soportan el peso de la estructura ni las fuerzas sísmicas.

Recomendaciones a tener en cuenta sobre la calidad de ladrillos:

- No poseer cuerpos extraños en su interior ni en su superficie.
- Estar bien cocidos y no quemados.
- Al golpear con un martillo deben emitir un sonido metálico
- No deben tener fisuras ni estar agrietados.
- No deben presentar manchas blancas ya que podría ser de origen salitroso.

Para casos de diseño será necesario conocer su clasificación, calidad y la resistencia de acuerdo con la Norma Técnica de Edificaciones E.070 que la albañilería lo exige,

se realizarán los ensayos clasificatorios para determinar la variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión simple de la unidad y de las pilas, que deben cumplir los ladrillos semi industriales compuestos de arcilla, tierra agrícola y arena limosa que se usa en los muros de albañilería estructural y no estructural. Siguiendo el procedimiento y la metodología dada por la Norma Técnica Peruana 399.604 y 399.613

Tabla 40. clasificación de Unidades de albañilería para fines estructurales.

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006).

## Pruebas

**Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

**Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'_b$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

**Variación Dimensional.** - Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

**Alabeo.** - Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

**Absorción.** - Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613

### **b) Mortero**

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006), Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería (ladrillos), constituida por cemento, Arena gruesa y agua.

**Mortero = Cemento + Arena gruesa + Agua**

Según (San Bartolome, Angel, 1994) “El mortero a emplear debe ser trabajable, para lo cual deberá usarse la máxima cantidad de agua posible (se recomienda un slump de 6 pulgadas medido en el cono de Abrams), evitando la segregación y de tal manera que no se aplaste con el peso de las hiladas superiores” (pág. 25).

para edificaciones mayores de tres pisos, es recomendable emplear las proporciones volumétricas de 1:3 o 1:4 (cemento portland tipo I: arena gruesa); mientras que para edificaciones de 1 a 2 pisos es suficiente con usar la dosificación 1:5 “El uso de arena fina en el mortero no es adecuado, por elevar la contracción de secado y porque debido al tamaño uniforme de sus granos, se forman espacios vacíos difíciles de llenar con el cementante” (San Bartolome, Angel, 1994, pág. 26)

El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

#### **Componentes:**

- Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser: Cemento Portland o cemento adicionado normalizados y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.
- “El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006)

Tabla 41. Granulometría de la arena gruesa

TABLA 3 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4,75 mm)	100
Nº 8 (2,36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1,18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0,60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0,30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0,15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006)

- El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

### c) Acero para construcción

Según (Cooperación Aceros Arequipa, 2020) “Son Barras de acero de sección redonda con la superficie estriada, para facilitar su adherencia al concreto al utilizarse en la construcción de todo tipo de edificaciones. Se fabrican cumpliendo las especificaciones que señalan el límite de fluencia, resistencia a la tracción y su alargamiento, las especificaciones señalan también las dimensiones y tolerancias”. También es conocido como barras para la construcción, barras corrugadas, fierros de construcción o fierro corrugado, son más conocidos por su diámetro, que puede ser en pulgadas o milímetros y las longitudes más usados son de 9 y 12 metros de largo.

Tabla 42. Dimensiones y Pesos Nominales del acero.

DIAMETRO DE BARRA		SECCIÓN	PERIMETRO	PESO NOMINAL
Pulg.	mm	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(Kg/m)
-	6.000	0.28	1.88	0.222
-	8.000	0.50	2.51	0.395
3/8	9.525	0.71	2.99	0.56
-	12.000	1.13	3.77	0.888
1/2	12.700	1.29	3.99	0.994
5/8	15.875	1.99	4.99	1.552
3/4	19.050	2.84	5.98	2.235
7/8	22.225	3.87	6.98	3.042
1	25.400	5.10	7.98	3.973
1 3/8	34.925	10.06	11.25	7.907

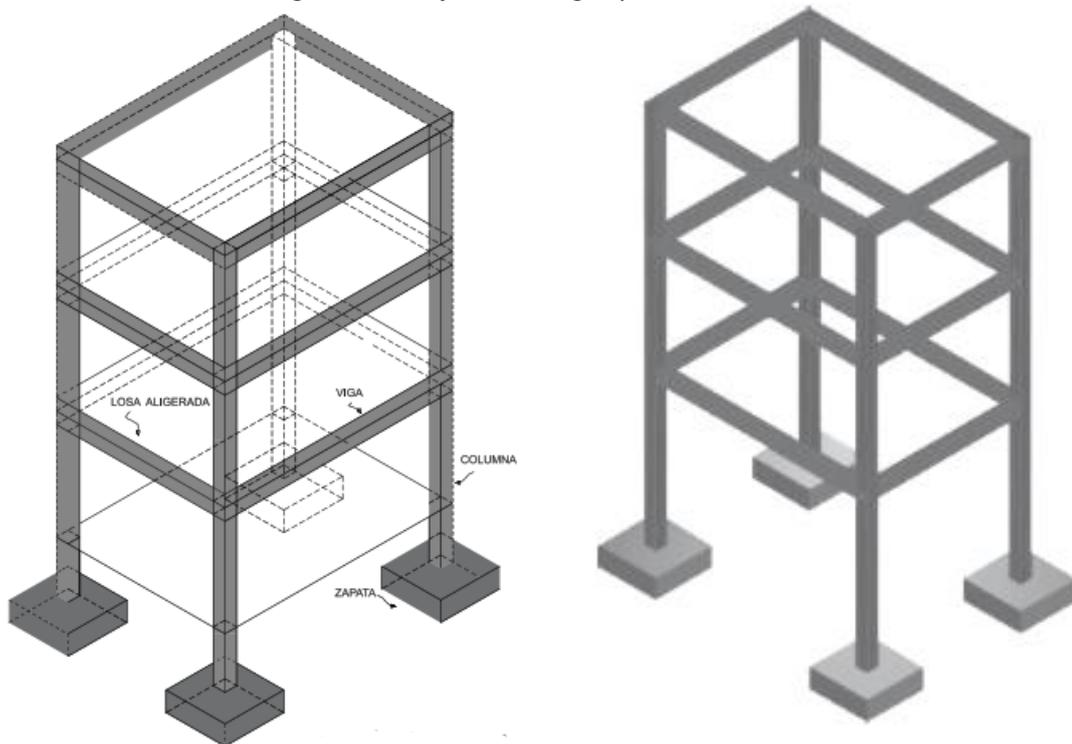
Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.13. Sistema Constructivo Aporticado

Según (Londoño Mendez, 2019), “Su estructura está formado por pórticos que forman un conjunto de vigas y columnas conectadas rígidamente por medio de nudos, y en

donde los vanos entre las columnas y las vigas son complementados por tabiquería o algún tipo de cerramiento equivalente” (pág. 19).

Figura 45. Conjunto de Vigas y Columnas



Fuente: (Delgado Contreras, 2011)

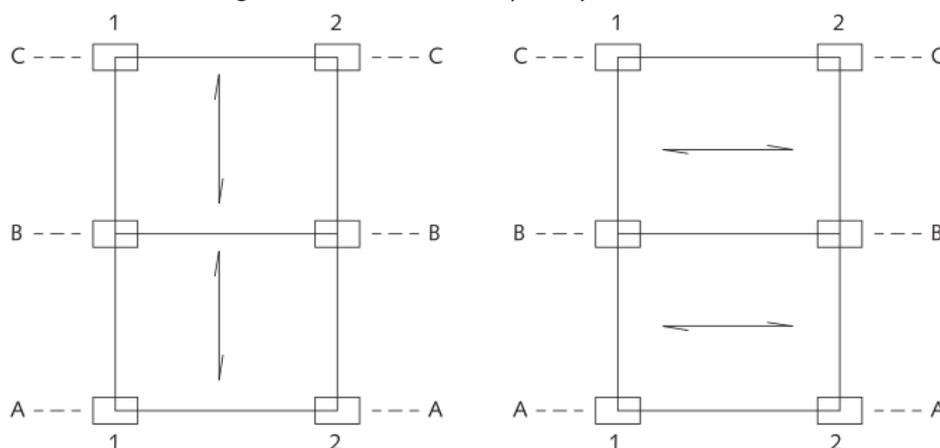
Según (Delgado Contreras, 2011), En el diseño de estructuras aporticadas intervienen los siguientes elementos estructurales.

- a) Platea de cimentación o Zapatas
- b) Columnas
- c) Vigas: principales, secundarias
- d) Losa: aligeradas, macizas, nervadas.
- e) Muros no portantes.
- f) Cimentaciones Corridas.

Los cuatro primeros soportan el peso propio y las cargas vivas, por ello tiene un comportamiento netamente estructural. Mientras las dos últimas son las que intervienen para cerrar ambientes sin tener una función estructural.

Los pórticos principales eje A-A, B-B, C-C, las vigas principales de los pórticos reciben las cargas de la losa y se la transmiten a las columnas y estas a las cimentaciones; mientras que los pórticos secundarios eje 1-1 y 2-2 no soportan el peso de la losa, Ver la figura 43.

Figura 46. Pórticos Principales y secundarios



Fuente: (Delgado Contreras, 2011)

### 2.2.12.1. Componentes del Sistema Aporticado

#### a) Platea de cimentación

se define según (Alva Hurtado, 2003) como “una cimentación grande que recibe muchas columnas. La platea de cimentación tiene ventaja cuando el área de zapata necesaria es mayor que la mitad de área de cimentación. Las plateas se utilizan cuando la capacidad portante del terreno es pequeña o el suelo es compresible, debido a que el esfuerzo unitario en la platea es menor que en las zapatas individuales” (pág. 70) las plateas de cimentación transmiten las cargas de manera distribuida por toda el área de contacto con el terreno del fondo de cimentación.

#### b) zapatas

Elemento estructural de concreto armado su función es recibir las cargas provenientes de la columna y transmitir las al terreno por medio de la zapata, distribuyendo así mejor las cargas a través de una mayor área, Existen varios Tipos de Zapata que se detalla a continuación:

- Zapata aislada
- Zapata centrada
- Zapata excéntrica
- Zapata esquinada
- Zapata combinada
- Zapata conectada

### **c) columnas**

Son elementos estructurales que soportan cargas verticales de peso propio y cargas vivas, también soportan fuerzas horizontales de sismos, trabajan generalmente a compresión y flexo compresión.

### **d) Vigas**

Son elementos estructurales que reciben cargas transversales en ángulo recto con respecto a su eje longitudinal. Recibe las cargas de las losas transmitiéndolas a las columnas y muros portantes. Sus apoyos que son columnas y/o placas se encuentran generalmente en los extremos. Trabaja a flexión.

### **e) Losas**

Elemento estructural que separa horizontalmente un nivel o piso de otro, la cual sirve de techo para el primer nivel y de piso para el segundo. Soporta cargas provenientes de fuerzas perpendiculares a su plano (cargas vivas y muertas). Debe garantizar el aislamiento del ruido y del calor. Trabajan a flexión.

- Losa Aligerada:** Es la que se realiza colocando en los intermedios de los nervios estructurales, bloques de ladrillos, casetones de poliestireno con el fin de reducir el peso de la edificación. A menor masa mejor el comportamiento de la edificación ante un evento sísmico.
- Losa Maciza:** Viene a ser una losa monolítica que es la mezcla de concreto y barras de acero, tiene la característica de cubrir grandes luces de ambientes, A mayor espesor mayor rigidez.
- Losa Nervada:** Son un tipo de Losa que, como su nombre lo indica, están compuestas por vigas a modo de nervios que trabajan en colaboración ofreciendo gran rigidez.

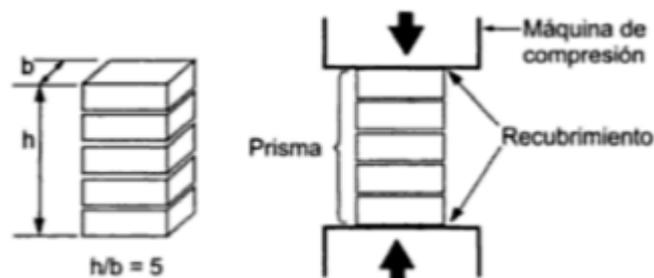
## **2.3.Marco Conceptual**

### **2.3.1. Ensayo de Compresión Axial**

Según (Salas Siado, 2018) “Un ensayo de compresión consiste en aplicar una carga axial de compresión gradualmente creciente a un objeto de tamaño estándar hasta que ocurra la fractura. Durante este ensayo se toma nota de la carga y el desplazamiento del objeto, o si es posible, la misma máquina proporcionará los datos tabulados” (pág. 6).

El ensayo de compresión se logra sometiendo una pieza de material a una carga en los extremos que produce una acción aplastante. Es una fuerza que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección del eje longitudinal. los objetos serán cilíndricas o prismáticas en su forma y de sección transversal constante a lo largo del tramo dentro del cual las mediciones se toman. Así se hace un intento para obtener una distribución uniforme del esfuerzo directo sobre secciones críticas normales a la dirección de la carga. Esfuerzo a compresión:  $\sigma = F/A$  (kg/cm<sup>2</sup>)

Figura 47. Ensayo de compresión Axial.



Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.1.1. Equipo de Compresión

Según (Salas Siado, 2018), Para realizar esta prueba es necesaria una máquina de prueba universal electromecánica o hidráulica equipada con las platinas de compresión apropiadas, un deflectómetro y un software capaz de controlar la velocidad de deformación. “El equipo de prueba es una prensa hidráulica, esta vez configurada de manera que la muestra se comprime entre dos platinas endurecidas, bien lubricadas, planas y paralelas. Las deflexiones elásticas en la prensa y las herramientas causarían errores importantes, por lo tanto, la deformación de la probeta se mide entre las platinas” (pág. 8). La importancia de la tecnología que se tenga es relativa, pero cabe aclarar que a mejor tecnología y capacitación se podrá tener resultados más verídicos y exactos; es por esto la necesidad de un software que recolecte los datos arrojados por la máquina en tiempo real. Además de tener una máquina apropiada, calibrada y libre de impurezas, se debe evitar cualquier detalle por el que luego se pueda ver afectado la prueba mecánica que se vaya a tomar.

Figura 48. Prensa Hidráulica para Compresión.



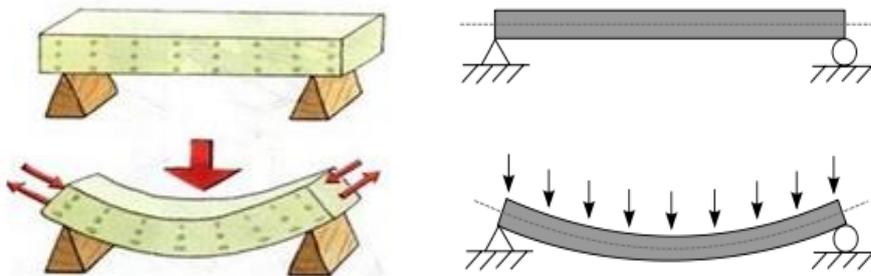
Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2. Ensayo a Flexión

Según (Wikipedia, 2022) “En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término alargado se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por flexión”. Esfuerzo a Flexión:  $\sigma = 3FL/2bd^2$  (kg/cm<sup>2</sup>)

“El esfuerzo de flexión puro o simple se obtiene cuando se aplican sobre un cuerpo pares de fuerza perpendiculares a su eje longitudinal, de modo que provoquen el giro de las secciones transversales” (Medina Bejarano, 2020, pág. 1).

Figura 49. Flexión en Elementos Estructurales.



Fuente: (Wikipedia, 2022)

### **2.3.2.1 Equipo para Ensayos a Flexión.**

Es la misma Prensa Hidráulica que describimos línea arriba para ensayo de compresión, solo que para el ensayo a flexión se adaptó dos apoyos en la parte inferior del equipo y un apoyo en la parte superior, para así de forma horizontal la muestra pueda ser ensayado a cargas de flexión hasta que ocurra la falla.

*Figura 50. Equipo para ensayo de Flexión*



*Fuente: Elaboración Propia*

### **2.3.3. Análisis Estático**

El análisis estático de una estructura consiste según (Mendez & Diaz, 2019), en “hallar una fuerza, producto de un sismo, que actúa sobre la base, a la cual llamaremos Cortante basal, la cual se verá reflejada sobre la estructura, para lograr ello, la Fuerza cortante de la base se distribuye hacia los centros de masa de cada piso, de esta forma cada nivel presentará una deformación, proporcional a su peso y a un exponente  $K$ , relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura” (pág. 37)

### **2.3.4. Análisis Dinámico**

Según (Mendez & Diaz, 2019) “Se denomina como análisis dinámico, debido a que no solo se consideran las fuerzas que actúan en cada nivel, sino que también se consideran tanto las aceleraciones y las velocidades los cuales son productos de las deformaciones los cuales tiende a generarse en la estructura cuando ocurre un evento sísmico”

### 2.3.5. Deriva de Piso

Según (Ceballos Cantos, 2017) “La deriva de piso se define como un “Desplazamiento lateral relativo de un piso, en particular por la acción de una fuerza horizontal, con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura. Se calcula restando el desplazamiento del extremo superior el desplazamiento del extremo inferior del piso” (pág. 56).

Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.030], 2018), el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica:

Tabla 43. Desplazamientos Laterales Permisibles

<b>LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO</b>	
<b>Estos límites no son aplicables a naves industriales</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>( <math>D_i / h_{e_i}</math> )</b>
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.030], 2018)

### 2.3.6. Concepción estructural Sismorresistente

Según la (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.030], 2018) “establecen condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento estructural adecuado ante un evento sísmico” como vienen a ser: a) Simetría en la distribución de masas y de rigidez, b) Peso mínimo, principalmente en los pisos altos, c) Selección de los materiales de construcción, d) Resistencia frente a las Fuerzas laterales, e) Continuidad de forma estructural, tanto en elevación y planta, f) Deformación lateral limitada de acuerdo a Norma E.030, y g) Buena destreza constructiva y supervisión estructural implacable.

## CAPITULO III

### 3. Método de Investigación

#### 3.1. Enfoque

Tiene un enfoque cuantitativo ya que en la investigación se empleará muestras de Pilas de Albañilería y Paneles de P.E. y luego ser ensayados en laboratorio, obteniendo resultados medibles, para finalmente modelar una edificación.

## **3.2. Alcance**

### **3.2.1. Tipo de Investigación**

El trabajo de investigación se considera aplicada ya que se utilizarán los conocimientos teóricos de la variable, la comparación entre dos sistemas constructivos, para permitir una posible incorporación a la sociedad.

### **3.2.2. Nivel de Investigación**

Descriptivo, se encarga de puntualizar el tema de investigación, Consiste en examinar un tema en particular de manera general, no sólo centrándose en los datos proporcionados por el estudio, sino también examinando cuidadosamente todas las circunstancias que rodearon los hechos.

## **3.3. Diseño de la Investigación**

Experimental además se clasifica como transversal, busca determinar el impacto en una variable como consecuencia de modificar otra variable, recoge información en un determinado tiempo y población definida.

## **3.4. Población y Muestra**

### **3.4.1. Población**

La población para el presente trabajo de investigación está representada por la construcción con Unidades de Albañilería, del Bloque A de la institución educativa de Putaqa, Región de Ayacucho.

### **3.4.2. Muestra**

Se experimentará para nuestro trabajo de investigación, **40 muestras de muretes; 20 muretes o pilas de albañilería** (10 para ensayo a compresión axial y 10 para ensayo a flexión); y 20 muretes de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, (10 para ensayo a compresión axial y 10 para ensayo a flexión) y

## **3.5. Hipótesis**

### **3.5.1. Hipótesis general**

Al analizar ambos sistemas constructivos, tiene mejor comportamiento estructural en compresión axial y flexión, el sistema compuesto por poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada respecto al Sistema Tradicional y someterlos una edificación a un modelamiento antisísmico, en la institución educativa de Putaqa, Ayacucho.

### **3.5.2. Hipótesis específicas**

1. Al Comprobar los ensayos de compresión Axial, tiene el sistema constructivo de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, mejor comportamiento estructural, respecto al del Sistema Tradicional.
2. Al comprobar los ensayos de Flexión, tiene el sistema constructivo de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, mejor comportamiento estructural, respecto al del Sistema Tradicional.
3. Al Modelar y analizar una edificación antisísmicamente en la institución educativa de Putaqa, Ayacucho, con el sistema de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, tiene mejor comportamiento estructural, respecto al del Sistema Tradicional.

## **3.6. Operacionalización de Variables, Definición Conceptual y Operacional**

### **3.6.1. Variables**

1. Variables Directas: Aquellas que se consideran como las causas. La variable independiente bajo objeto de estudio de la tesis es: Poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada (X1).
2. Variables Indirectas: Aquellas que dependen de la acción de la variable directa o independiente. La variable indirecta es: Comportamiento Estructural (Y).

### **3.6.2. Indicadores**

1. Los indicadores de las variables independientes son el espesor del núcleo central de poliestireno, densidad del poliestireno, diámetro malla Electrosoldada, espaciado de las mallas,  $F'c$  del mortero.
2. Los indicadores de las variables dependientes son Desplazamientos, Deriva de Piso, Resistencia a la Compresión Axial, Resistencia a Flexión y Peso.

Tabla 44. Variables e Indicadores.

	Variables	Indicadores	Medición
<b>Independientes</b>	Poliestireno expandido con malla de acero electrosoldada	Espesor Nucleo central de poliestireno	cm
		Densidad del Poliestireno	Kg/cm <sup>3</sup>
		Diametro malla electrodada	mm
		Espaciamiento de la mallas	cm
		F'c del Mortero	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Dependientes</b>	Comportamiento Estructural	Desplazamientos	m
		Derivas de Piso	m
		Resistencia a la compresión axial	Kg/cm <sup>2</sup>
		Resistencia a flexión	Kg/cm <sup>2</sup>
		Peso	Kg

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.3. Operacionalización de variables

Para una mejor delimitación de las variables, se realizó la Operacionalización de variables independientes tal como se muestra en la tabla 31 y la Operacionalización de variables dependientes como se muestra en la tabla 32.

Tabla 45. Operacionalización de variables independientes.

Variables	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida
1) Independientes				
X1 (Poliestireno Expandido)	El Poliestireno Expandido o EPS es un material plástico espumado, teniendo como característica principal su resistencia a la humedad y su ligereza. Utilizado en el sector de la Construcción, principalmente como aislamiento térmico y acústico	Aislamiento termico y acustico	Espesor Nucleo central de poliestireno	Longitud (cm)
			Densidad del poliestireno	Kg/m <sup>3</sup>
X2 (Malla de acero electrosoldada)	Las mallas electrosoldadas están conformadas por varillas corrugadas, laminadas en frio, que se cruzan en forma perpendicular y están soldadas eléctricamente en todas sus intersecciones	Resistencia de la malla	Diametro malla electrosoldada	Longitud (mm)
			Espaciamiento entre Mallas	Longitud (cm)
			Esfuerzo de Fluencia	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Operacionalización de variables dependientes

Variables	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida
2) Dependientes				
Y (Comportamiento Estructural)	El comportamiento estructural es la forma como responde toda una estructura en términos de desplazamientos y deformaciones, ante la aplicación de cargas y/o fuerzas externas	Comportamiento antisísmico	desplazamientos	Longitud (m)
			derivas de piso	Longitud (m)
			deformaciones	Longitud (m)
		Resistencia estructural	Esfuerzo a Compresión Axial	Kg/cm <sup>2</sup>
			Esfuerzo a Flexión	Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. Técnicas e instrumentos

#### 3.7.1. Técnicas

En esta investigación se utilizará la observación directa en la recolección de datos y a través de ensayos que se efectuaran en el laboratorio, con los datos obtenidos se realizara un análisis y modelamiento estructural.

##### 3.7.1.1 Trabajos de campo

- Adquisición de materiales: Poliestireno Expandido de  $e= 7$  cm.
- adquisición de malla de acero Electrosoldada con sus respectivos conectores.
- adquisición de unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.
- adquisición de cemento, Arena Gruesa, materiales para encofrado y herramientas manuales.

##### 3.7.1.2 Ensayos en laboratorio

- Ensayo de Compresión Axial del Sistema de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada.
- Ensayo de Compresión Axial del sistema de albañilería.
- Ensayo de Flexión del Sistema de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada.
- Ensayo de Flexión del sistema de albañilería.

##### 3.7.1.3 Trabajos de gabinete

- Dibujo en programa Etabs del Bloque A (Aulas), de la institución educativa 38851/Mx-P de Putaqa, Distrito de Vinchos.
- Alimentación de datos obtenidos en los ensayos de laboratorio, investigaciones anteriores y manuales, al programa ETABS v19.

- Se modelará en el programa Etabs, con los dos sistemas constructivos: el de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada y la del sistema Tradicional (albañilería confinada con Aporticado)
- Procesamiento, análisis y contrastación de resultados.

### **3.7.2. Instrumentos**

#### **Trabajo en laboratorio**

Panel de Poliestireno Expandido y Pilas de Albañilería

- Elaboración de las muestras (panel de P.E. y pilas Albañilería)

- Ensayo a compresión axial

- Ensayo de Flexión

- Peso de las muestras

- Programas de cómputo:** AutoCAD, ETABS v19, Microsoft Excel y S10.

### **3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información.**

Su método de análisis es estadística inferencial. Dado que, que comprende los métodos y procedimientos que por medio de la inducción determina propiedades de una población. Además, se medirán los resultados tomando como base los parámetros relacionados a ensayos de compresión axial y flexión, se analizará todos los resultados en cuanto a su comportamiento estructural para realizar un comparativo con ambos sistemas estructurales

### **3.9. del Trabajo de Tesis.**

#### **3.9.1. Fase I: Identificación y delimitación de la zona de estudio**

##### **3.9.1.1. Generalidades**

Se escogió el Bloque A del Proyecto “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria de la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa Distrito de Vinchos – Huamanga-Ayacucho”.

##### **3.9.1.2. Ubicación del proyecto:**

- Lugar : Putaqa
- Distrito : Vinchos
- Provincia : Huamanga
- Departamento : Ayacucho

### 3.9.1.3. Vía de Acceso al C.P. Putaqa:

El acceso al Centro Poblado de Putaqa, es por la carretera de integración “Los Libertadores” Ayacucho-Ica-Lima, se recorre 40 km parte de la Vía los Libertadores hasta el lugar denominado Casacancha, de ahí recorrer unos 500m aproximadamente por la misma Vía y tomar un desvío de carretera sin asfaltar pasando por Rosaspata, Ccochapamapa y al cabo de 20 minutos de transitar 15 km, finalmente se arriba al C.P. de Putaqa, haciendo un total de 55 km aproximadamente en un tiempo promedio de 1:45 horas en colectivos y en movilidad particular 1:15 horas.

*Figura 51. Vía de Acceso terrestre*



*Fuente: Google Earth Pro, Vista Satelital.*

Al llegar al Centro Poblado de Putaqa, encontramos Infraestructuras Importantes construidas como la IEP. José Olaya nivel Secundaria, Centro de Salud Putacca y la recién Inaugurada Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa, del nivel Primario.

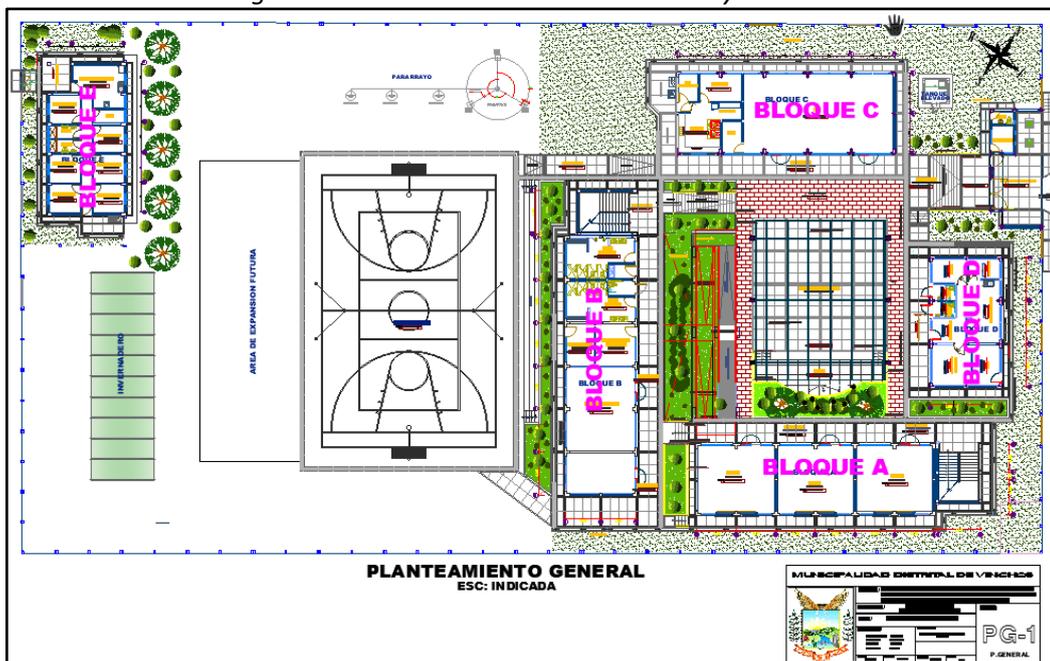
Figura 52. Vista Satelital, C.P. de Putaqa.



Fuente: Google Earth Pro, Vista Satelital.

De los planos del proyecto “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria de la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa Distrito de Vinchos-Huamanga-Ayacucho”, obtenemos el Planteamiento General.

Figura 53. Planteamiento General del Proyecto.

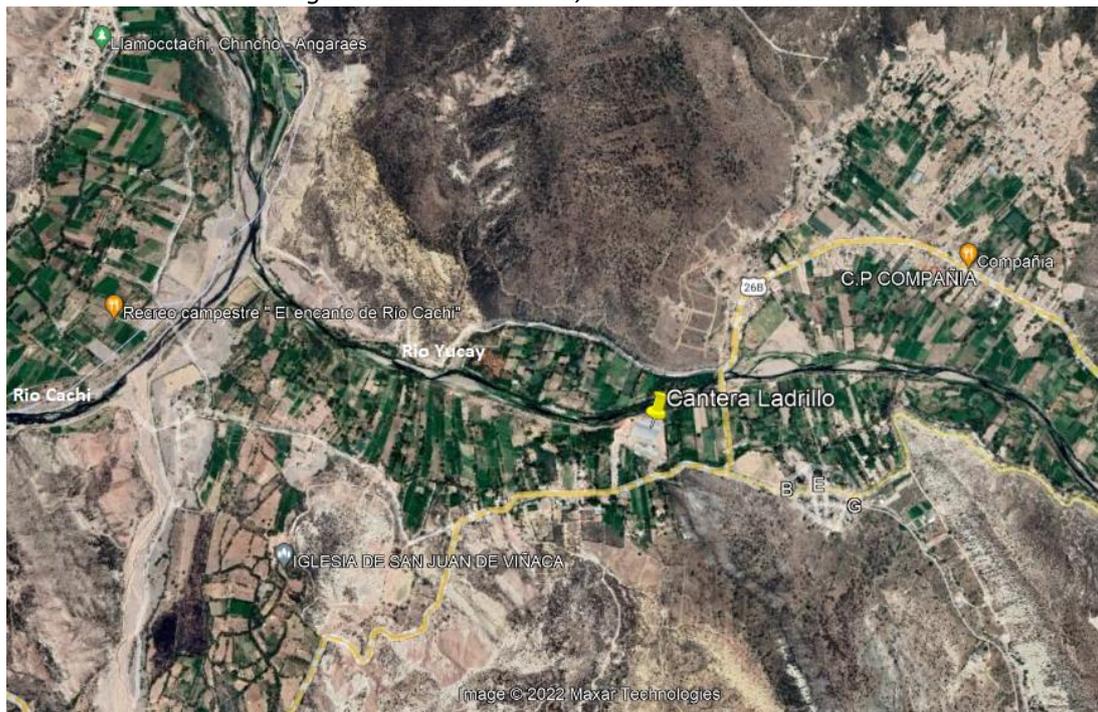


Fuente: Elaboración Propia.

#### **3.9.1.4. Vía de Acceso a la Cantera de Ladrillo y Agregado:**

Para el sistema tradicional se tomará muestras de Ladrillo King Kong 18 huecos, de la ladrillera Pukara, localidad de Simpapata, distrito de san José de ticllas, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho, propietario el Ing. Jorge Pompeyo Bellido Vílchez, que se va por la carretera Ayacucho-Quinua, llegando al Fundo San Cristóbal se desvía por una vía asfaltada, haciendo un total de 45 min aproximadamente, llegamos al C.P. de Compañía Distrito de Pacaycasa y finalmente después de 5 min, se llega a la Ladrillera en estudio.

*Figura 54. Vista Satelital, Cantera de Ladrillo.*



*Fuente: Google Earth Pro, Vista Satelital.*

De la misma forma el agregado (Arena Gruesa) será transportado de la cantera Chillico, que se encuentra a 10 min más de la Ladrillera Pukara por una vía asfaltada hasta la mitad y sin asfaltar hasta llegar, la misma que se encuentra en la Frontera con el Departamento de Huancavelica, siendo el Rio Cachi el límite fronterizo, también se encuentra el Rio Yucay que desemboca en el rio Cachi, todos ubicados ya en el distrito Santiago de Pischa, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

#### **3.9.1.4. Pruebas a la Unidad de Albañilería:**

Según la (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006), “El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50

millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo”. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

**a) Variación Dimensional:**

Se muestra los resultados al ensayar la variación dimensional la unidad de albañilería que fue elaborada en la fábrica del señor Jorge Bellido Vílchez (Quispe Perez, 2021, pág. 87).

*Tabla 47. Variación Dimensional de la Unidad de Albañilería*

Característica de la muestra	(Largo)	(Ancho)	(Alto)
Medida de fabricante	230.00	130.00	90.00
Desviación estandar	0.70	0.66	0.63
Medida promedio	229.70	129.40	91.55
Variación dimensional (%)	<b>0.13</b>	<b>0.46</b>	<b>-1.72</b>
Clase IV	± 5 mm	± 4 mm	± 3 mm

*Fuente: (Quispe Perez, 2021)*

Con los resultados analizados la variación dimensional estas unidades llegan a clasificarse según la normativa a la clase IV.

**b) Alabeo:**

El alabeo de la unidad de albañilería consiste en medir la concavidad y convexidad en forma diagonal en las caras que definen el ancho de dicha unidad, con una precisión de 1mm.

*Tabla 48. Ensayo de Alabeo*

Muestra	Concavidad-Conconvexidad				Concavidad-Conconvexidad				Concavidad-Conconvexidad	
	Cara A (mm)		Cara B (mm)		Cara A Int.(mm)		Cara B Int.(mm)		Concavo	Convexo
L-1	CC	2.04	CC	1.71	CV	0.95	CV	1.48	1.88	1.22
L-2	CC	1.23	CC	1.48	CV	0.57	CV	0.75	1.36	0.66
L-3	CC	1.71	CC	0.75	CV	1.48	CV	0.57	1.23	1.03
L-4	CV	0.75	CC	1.48	CV	2.34	CC	1.48	1.48	1.55
L-5	CV	1.48	CC	1.71	CV	1.71	CV	0.42	1.71	1.20
L-6	CV	0.95	CV	0.75	CV	0.42	CV	1.48	0.95	0.88
L-7	-	0.00	CC	2.69	CV	1.48	CC	0.95	1.82	1.48
L-8	CC	0.95	CC	1.71	CV	1.48	CV	0.75	1.33	1.12
L-9	CC	0.95	CV	0.75	CV	0.75	CV	1.23	0.95	0.91
L-10	CC	1.23	CV	1.23	CV	0.95	CV	1.48	1.23	1.22
<b>Promedio</b>									<b>1.39</b>	<b>1.13</b>

*Fuente: (Quispe Perez, 2021)*

Con la concavidad promedio de 1.39 mm y convexidad de 1.13 mm. Estos valores son satisfactorios ya que no sobrepasan los valores máximos establecidos 4mm, inclusive se encuentra dentro de la clase V de acuerdo a la norma E.070.

**c) Resistencia a compresión de la unidad de albañilería (f’b)**

Tabla 49. Resistencia a compresión de la unidad ( $f'_{b}$ )

Característica de la muestra	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
Resistencia a compresión de la unidad	127.62
Desviación estandar.	14.81
Resistencia característica $f'_{b}$	112.81

Fuente: (Quispe Perez, 2021)

Se llegó a una resistencia característica de 112.81 kg/cm<sup>2</sup>, las unidades de albañilería llegan a clasificarse estructuralmente a clase III según la norma E.070.

**d) Otros ensayos:**

Tabla 50. Otros ensayos a la unidad de albañilería

Otros ensayos	Resultados	Unidad	Conclusión
humedad natural	0.08	%	apto
succión	36.17	g	humedecer media hora antes
absorción	14.65	%	aceptable
absorción máxima	15.10	%	-
coeficiente de saturación	0.98		absorbentes, muy porosas
densidad	1.77	gr/cm <sup>3</sup>	densidad regular
porcentaje de vacíos	46.94	%	no cumple
eflorescencia	80.00	%	Leve

Fuente: (Quispe Perez, 2021)

**3.9.2. Fase II: Exploración en Campo, obtención y preparación de muestras.**

Para el sistema de albañilería confinada, luego de la visita de la cantera de ladrillo Pukara, se obtuvo y se cargó 100 unidades de ladrillo King Kong 18 huecos en buenas condiciones y Agregado (Arena Gruesa) de la cantera Rio Chillico, materiales fundamentales para elaborar la presente investigación.

Figura 55. Obtención de las unidades de ladrillo.



*Fuente: Elaboración Propia.*

Para el sistema de poliestireno expandido con malla de acero Electrosoldada, se hará un pedido especial de poliestireno expandido (Tecnopor), con una medida especificada, para la presente investigación será 02 planchas de 1.20x2.40x0.07 m, así como la Malla Electrosoldada, Calibre N° 12, cocada de 2"x2", y el alambre Galvanizado N° 16 (conectores) se comprará en una ferretería de la ciudad, el agregado (Arena Gruesa) se traerán de la misma Cantera del Rio Chillico.

*Figura 56. Adquisición de Poliestireno Expandido (Tecnopor) e=7.0 cm*



*Fuente: Elaboración Propia.*

*Figura 57. Adquisición de Malla Electrosoldada.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.9.2.1. Acopio de materiales para Pilas de Albañilería.

Para el siguiente ensayo a desarrollar en Laboratorio, se detallará el proceso para su elaboración:

- Ladrillo KK 18 huecos (dimensión: 23x13x9)
- Cemento Andino-Tipo I (Dosificación 1:4) - Espesor de juntas = 1.5 cm
- Arena Gruesa
- Plancha de batir, Frotacho, Nivel de Mano, Plomada, etc.

Figura 58. Acopio de Materiales Albañilería.



Ladrillo KK

Cemento Tipo I

Plancha de batir

Arena Gruesa

Frotacho

Nivel de Mano

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 3.9.2.2. Proceso de Elaboración de Pilas de Albañilería.

Las unidades de albañilería fueron seleccionadas, eliminando aquellas que presentaban fisuras o estaban mal cocidas; luego los ladrillos fueron regados un día antes a la preparación de las Pilas, con el objeto de disminuir su elevada succión natural. Se empieza a asentar Pilas con unidades de albañilería King Kong 18 huecos, compuestas de 3 a 4 hiladas cada Pila, con juntas de mortero de 1.5 cm. La proporción de mortero aplicado es 1:4 (cemento y arena), que se usa con frecuencia en las edificaciones de acuerdo a Norma E.070, para después ser curado hasta los 07, 14 y 28 días.

### 3.9.2.3. Pilas de albañilería para Ensayo a Compresión (F'm)

Una vez listo los materiales, se procede a asentar las pilas de albañilería bajo el siguiente detalle: 10 Pilas de albañilería de 3 hileras, para ensayo a compresión Axial

Figura 59. Proceso Constructivo, Pilas de albañilería a Compresión.



Fuente: Elaboración Propia.

#### A) Ensayo a Compresión Axial en Pila de Albañilería a los 07 días.

las pilas de albañilería (M1, M2, M3). antes de ser ensayadas fueron medidas, se midió la altura, el ancho, el largo y el Peso de las Pilas.

Figura 60. Medición del Peso de las 03 muestras, edad 7 días.



Fuente: Elaboración Propia.

A los 7 días, después de realizar las muestras, se llegaron a someter a carga de compresión Axial. El equipo utilizado para este Ensayo es la Prensa Hidráulica de rotura a Compresión, Consta de un pórtico metálico de reacción, que sirve de apoyo a una celda de carga en su extremo superior y a una gata hidráulica que se aloja en la parte inferior del pórtico.

Figura 61. Pilas de albañilería Sometido a carga Axial, edad 7 días.



Muestra 01

Muestra 02

Muestra 3

Fuente: Elaboración Propia.

El ensayo de compresión axial fue de carga controlada, las cargas fueron aplicadas hasta provocar la rotura de las pilas, instante donde se registró la carga máxima que puede soportar la Pila de Albañilería, Se observa los datos obtenidos:

Tabla 51. Datos obtenidos de Pilas de albañilería, Ensayo Compresión, edad 07 días.

Pila de Albañilería Edad: 07 días	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura (cm)	Altura Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
M1	23.02 23.00	23.01	13.01 13.00	13.01	30.89 30.85	30.87	15.753	230.2
M2	23.04 23.01	23.03	12.98 12.99	12.99	30.89 30.86	30.88	14.939	148.9
M3	23.11 23.09	23.10	12.99 13.00	13.00	30.99 30.95	30.97	14.652	257.6

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio de la Pila (7 días)} = \frac{15.753 + 14.939 + 14.652}{3} = 15.151 \text{ Kg}$$

$$\text{Lectura Promedio de la pila (7 días)} = \frac{230.2 + 148.9 + 257.6}{3} = 212.2 \text{ KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$230.2 \text{ KN} = 230.2 \times (101.9716005) = 23\,473.86 \text{ Kg}$$

$$148.9 \text{ KN} = 148.9 \times (101.9716005) = 15\,183.57 \text{ Kg}$$

$$257.6 \text{ KN} = 257.6 \times (101.9716005) = 26\,267.88 \text{ Kg}$$

## B) Ensayo a Compresión Axial en pila de albañilería a los 14 días.

Las pilas de albañilería (M4, M5, M6). antes de ser ensayadas fueron medidas, se midió la altura, el ancho, el largo y el Peso de las Pilas. A los 14 días, después de realizar las muestras, se llegaron a someter a carga de compresión Axial, con el mismo equipo mencionado en A).

Figura 62. Pilas de albañilería Sometido a carga Axial, edad 14 días.



Muestra 04

Muestra 05

Muestra 06

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 52. Datos obtenidos de Pilas de albañilería, Ensayo Compresión, edad 14 días.

Pila de Albañilería Edad: 14 días	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura (cm)	Altura Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
M4	23.03 23.01	23.02	12.96 12.98	12.97	30.75 30.70	30.73	14.648	202.8
M5	23.02 23.02	23.02	12.91 12.96	12.94	30.81 30.80	30.81	14.762	242.2
M6	22.98 23.00	22.99	12.98 12.99	12.99	30.82 30.81	30.82	14.825	218.1

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio de la Pila (14 días)} = \frac{14.648 + 14.762 + 14.825}{3} = 14.745 \text{ Kg}$$

$$\text{Lectura Promedio de la pila (14 días)} = \frac{202.8 + 242.2 + 218.1}{3} = 221.0 \text{ KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$202.8 \text{ KN} = 202.8 \times (101.9716005) = 20\,679.84 \text{ Kg}$$

$$242.2 \text{ KN} = 242.2 \times (101.9716005) = 24\,697.52 \text{ Kg}$$

$$218.1 \text{ KN} = 218.1 \times (101.9716005) = 22\,240.01 \text{ Kg}$$

### C) Ensayo a Compresión Axial en pila de albañilería a los 28 días.

Las pilas de albañilería (M7, M8, M9, M10), antes de ser ensayadas fueron medidas, se midió la altura, el ancho, el largo y el Peso de las Pilas. A los 28 días, después de realizar las muestras, se llegaron a someter a carga de compresión Axial. con el mismo equipo mencionado en A).

Figura 63. Pilas sometido a carga Axial, edad 28 días.



Muestra 07

Muestra 08

Muestra 09

Muestra 10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53. Datos obtenidos de Pilas de albañilería, Ensayo Compresión, edad 28 días.

Pila de Albañilería Edad: 28 días	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura (cm)	Altura Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
M7	22.97	22.97	12.83	12.88	30.78	30.77	14.120	300.9
	22.96		12.92		30.75			
M8	23.11	23.11	12.84	12.85	30.85	30.85	14.765	285.2
	23.10		12.86		30.85			

<b>M9</b>	23.01	<b>23.01</b>	12.87	<b>12.89</b>	30.74	<b>30.73</b>	14.755	<b>222.4</b>
	23.00		12.90		30.72			
<b>M10</b>	22.96	<b>22.97</b>	12.91	<b>12.93</b>	30.84	<b>30.83</b>	14.618	<b>268.9</b>
	22.98		12.94		30.82			

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Prom. de la Pila (28 días)} = \frac{14.120 + 14.765 + 14.755 + 14.618}{4} = \mathbf{14.565 \text{ Kg}}$$

$$\text{Lectura Promedio de la pila (28 días)} = \frac{300.9 + 285.2 + 222.4 + 268.9}{4} = \mathbf{269.4 \text{ KN}}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$300.9 \text{ KN} = 300.9 \times (101.9716005) = 30\,683.25 \text{ Kg}$$

$$285.2 \text{ KN} = 285.2 \times (101.9716005) = 29\,082.30 \text{ Kg}$$

$$222.4 \text{ KN} = 222.4 \times (101.9716005) = 22\,678.48 \text{ Kg}$$

$$268.9 \text{ KN} = 268.9 \times (101.9716005) = 27\,420.16 \text{ Kg}$$

### 3.9.2.4. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (F't)

Una vez listo los materiales, se procede a asentar las pilas de albañilería bajo el siguiente detalle: 10 Pilas de 4 hileras para Ensayo a Flexión.

Figura 64. Proceso Constructivo Pilas de Albañilería.

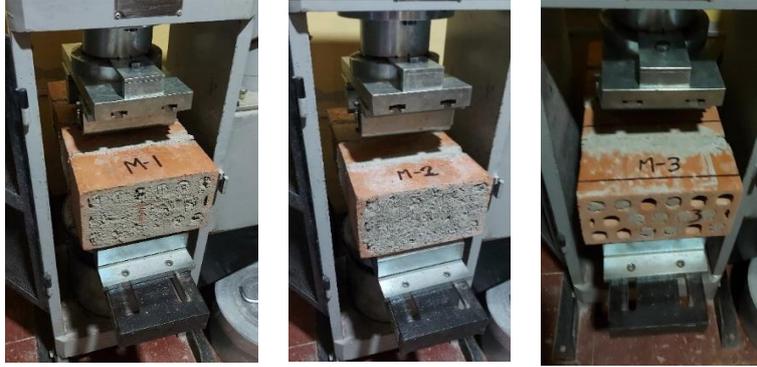


Fuente: Elaboración Propia.

#### A) Ensayo a Flexión en Pilas de Albañilería a los 07 días.

Las pilas de albañilería (M1, M2 y M3), antes de ser ensayadas fueron medidas, se midió la altura, el ancho, el largo y el Peso de las Pilas. A los 07 días después, se llegaron a someter a ensayo a Flexión, el equipo utilizado para este ensayo es la Prensa Hidráulica adaptado con dos apoyos en la Base, Se aplica una carga al centro de la luz de la pila horizontal y este genera una falla en la Pila.

Figura 65. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (M1, M2, M3), edad 07 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 66. Pilas de albañilería Sometido a Flexión, edad 07 días.



Muestra 01

Muestra 02

Muestra 03

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54. Datos obtenidos de Pilas de Albañilería, Ensayo Flexión, edad 07 días.

Pila de Albañilería Edad: 07 días	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Espesor (cm)	Espesor Prom. (cm)	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
M1	22.80	22.98	12.90	12.83	41.50	41.40	20.399	12.5
	22.80		12.80		41.50			
	23.20		12.70		41.20			
	23.10		12.90		41.40			
M2	22.90	23.18	12.70	12.78	40.70	40.73	20.034	14.1
	22.90		12.90		40.60			
	23.40		12.80		40.80			
	23.50		12.70		40.80			
M3	23.20	23.05	12.90	12.83	41.40	41.30	21.856	18.7
	23.10		12.80		41.10			
	22.90		12.80		41.20			
	23.00		12.80		41.50			

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio de la Pila (7 días)} = \frac{20.399 + 20.034 + 21.856}{3} = 20.763 \text{ Kg}$$

$$\text{Lectura Promedio de la pila (7 días)} = \frac{12.5 + 14.1 + 18.7}{3} = 15.1 \text{ KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$12.5 \text{ KN} = 12.5 \times (101.9716005) = 1,274.65 \text{ Kg}$$

$$14.1 \text{ KN} = 14.1 \times (101.9716005) = 1,437.80 \text{ Kg}$$

$$18.7 \text{ KN} = 18.7 \times (101.9716005) = 1,906.87 \text{ Kg}$$

### B) Ensayo a Flexión en Pilas de Albañilería a los 14 días.

Las pilas de albañilería (M4, M5 y M6), antes de ser ensayadas fueron medidas, se midió la altura, el ancho, el largo y el Peso de las Pilas. A los 14 días después, se llegaron a someter a Ensayo a Flexión, el equipo utilizado es el mismo mencionado en A).

Figura 67. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (M4, M5, M6), edad 14 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 68. Pilas de albañilería Sometido a Flexión, edad 14 días.



Muestra 04

Muestra 05

Muestra 06

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 55. Datos obtenidos de Pilas de Albañilería, Ensayo Flexión, edad 14 días.

Pila de Albañilería Edad: 14 días	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Espesor (cm)	Espesor Prom. (cm)	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
M4	23.10 23.30 22.80	23.03	12.80 13.00 12.70	12.83	41.40 41.40 41.60	41.48	19.147	12.1

	22.90		12.80		41.50			
<b>M5</b>	22.90	23.05	12.70	12.73	41.30	41.38	19.388	15.2
	23.00		12.80		41.10			
	23.10		12.70		41.50			
	23.20		12.70		41.60			
<b>M6</b>	23.20	23.08	12.80	12.85	40.90	40.85	19.596	18.8
	23.30		12.90		40.50			
	22.90		12.90		41.00			
	22.90		12.80		41.00			

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio de la Pila (14 días)} = \frac{19.147 + 19.388 + 19.596}{3} = \mathbf{19.377 \text{ Kg}}$$

$$\text{Lectura Promedio de la pila (14 días)} = \frac{12.1 + 15.2 + 18.8}{3} = \mathbf{15.4 \text{ KN}}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$12.1 \text{ KN} = 12.1 \times (101.9716005) = 1,233.86 \text{ Kg}$$

$$15.2 \text{ KN} = 15.2 \times (101.9716005) = 1,549.97 \text{ Kg}$$

$$18.8 \text{ KN} = 18.8 \times (101.9716005) = 1,917.07 \text{ Kg}$$

### C) Ensayo a Flexión en Pilas de Albañilería a los 28 días.

Las pilas de albañilería (M7, M8, M9 y M10), antes de ser ensayadas fueron medidas, se midió la altura, el ancho, el largo y el Peso de las Pilas. A los 28 días después, se llegaron a someter a Ensayo a Flexión.

Figura 69. Pilas de albañilería para Ensayo a Flexión (M7, M8, M9, M10), edad 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 70. Pilas de albañilería Sometido a Flexión, edad 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 56. Datos obtenidos de Pilas de Albañilería, Ensayo Flexión, edad 28 días.

Pila de Albañilería Edad: 28 días	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Espesor (cm)	Espesor Prom. (cm)	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
<b>M7</b>	22.90	23.18	12.80	12.93	41.60	41.53	18.503	<b>17.7</b>
	22.90		12.70		41.50			
	23.40		13.20		41.50			
	23.50		13.00		41.50			
<b>M8</b>	23.00	23.08	12.90	12.95	40.90	40.83	18.301	<b>12.9</b>
	22.80		13.00		40.70			
	23.30		13.00		40.90			
	23.20		12.90		40.80			
<b>M9</b>	23.10	23.03	12.70	12.88	41.20	41.15	18.783	<b>16.5</b>
	23.00		12.90		41.10			
	22.90		12.90		41.20			
	23.10		13.00		41.10			
<b>M10</b>	23.40	23.13	12.90	12.83	41.30	41.30	18.495	<b>17.6</b>
	23.10		12.80		41.30			
	23.00		12.70		41.10			
	23.00		12.90		41.50			

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio Pila (28 dias)} = \frac{18.503 + 18.301 + 18.783 + 18.495}{4} = \mathbf{18.521Kg}$$

$$\text{Lectura Promedio de la pila (28 dias)} = \frac{12.9 + 16.5 + 17.6}{3} = \mathbf{16.2 KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$17.7 \text{ KN} = 17.7 \times (101.9716005) = 1,804.90 \text{ Kg}$$

$$12.9 \text{ KN} = 12.9 \times (101.9716005) = 1,315.43 \text{ Kg}$$

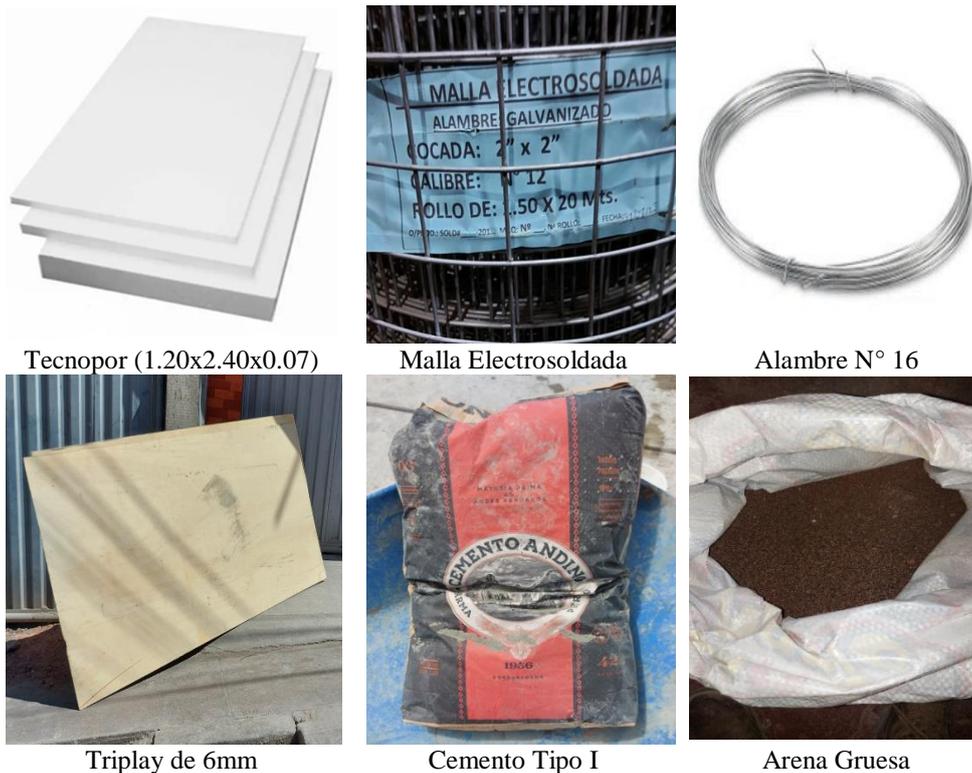
$$16.5 \text{ KN} = 16.5 \times (101.9716005) = 1,682.53 \text{ Kg}$$

$$17.6 \text{ KN} = 17.6 \times (101.9716005) = 1,794.70 \text{ Kg}$$

### 3.9.2.5. Acopio de materiales para Panel de P.E.

- 01 plancha de poliestireno expandido (Tecnopor) (1.20x2.40x0.07), 7 cm de espesor, densidad = 11 kg/m<sup>3</sup>
- 5 metros Malla Electrosoldada galvanizada, calibre N° 12, cocada de 2"x2"
- Alambre galvanizado N° 16, para amarres entre el Poliestireno Expandido y la malla Electrosoldada.
- Triplay de 6mm para encofrado
- Cemento Andino Tipo I – Dosificación 1:4
- Arena gruesa.

Figura 71. Acopio de Materiales P.E. Con malla Electrosoldada.



Tecnopor (1.20x2.40x0.07)

Malla Electrosoldada

Alambre N° 16

Triplay de 6mm

Cemento Tipo I

Arena Gruesa

Fuente: Elaboración Propia

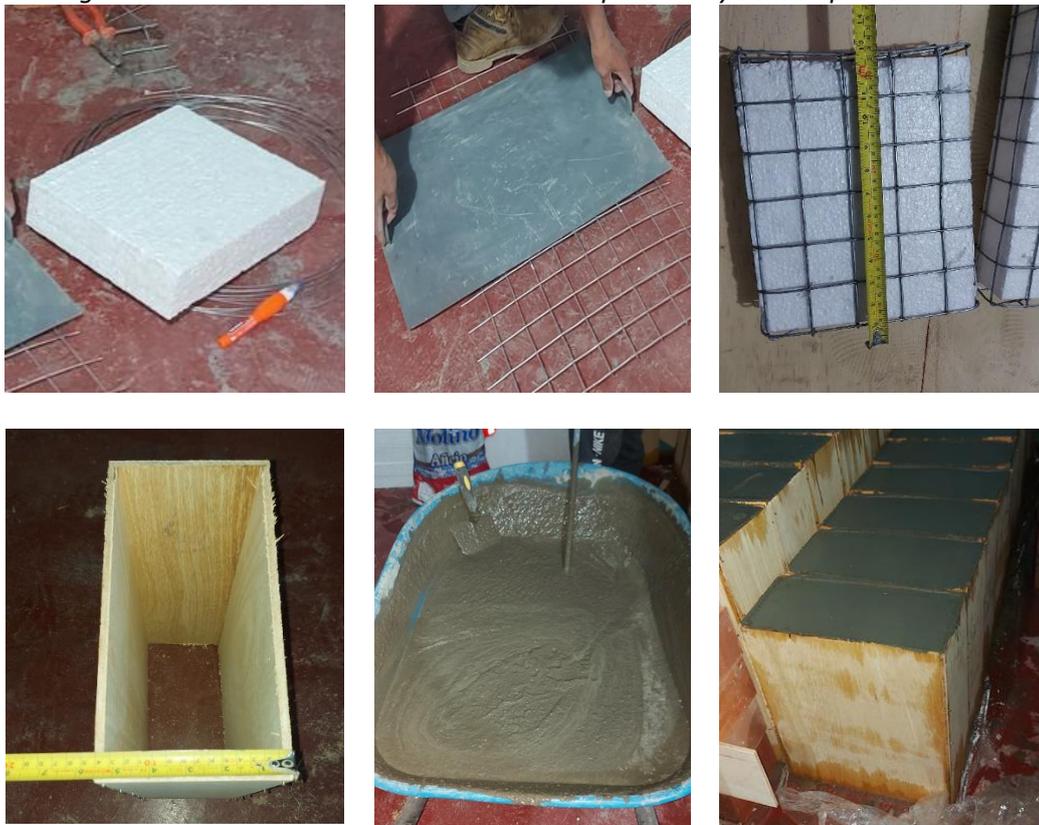
### 3.9.2.6. Proceso de Elaboración de Panel de P.E.

Se adquirió poliestireno expandido de 7 cm de espesor y se hizo cortes en el mismo almacén a medidas proporcionadas de acuerdo a la investigación, 10 paneles para ensayo de compresión axial de  $0.24 \times 0.17 \times 0.07$  y 10 paneles de  $0.345 \times 0.17 \times 0.07$  para ensayo a Flexión, se fabricó un encofrado tipo cajón con triplay 6mm, considerando 3cm de recubrimiento a cada lado, luego se preparó el mortero con una dosificación 1:4 (cemento: arena), se colocaron los paneles al cajón de triplay para vaciar lentamente y con cuidado el mortero, empleando herramientas manuales de construcción, terminado las muestras, al día siguiente se procedió a desencofrar, curando por espacio de 7, 14 y 28 días, según lo indicado en la presente investigación.

### 3.9.2.7. Panel de P.E. para ensayo a Compresión Axial (F'm)

Una vez listo los materiales, se procede a elaborar los Panel de P.E. bajo el siguiente detalle: 10 Panel de  $0.30 \times 0.23 \times 0.13$ , incluye acabado de 3cm en todas las caras, para ensayo a compresión Axial.

*Figura 72. Proceso Constructivo Panel de P.E. para ensayo a Compresión Axial*



*Fuente: Elaboración Propia*

**A) Ensayo a compresión axial en Panel de P.E. a los 07 días.**

Después de realizar las muestras a los 7 días, 03 Panel de P.E. (P1, P2 y P3), se mide las dimensiones y pesos de dichas Muestras.

*Figura 73. Medición del Peso de los 03 Panel, edad 7 días.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Luego se somete a carga de compresión axial. El equipo utilizado para este ensayo es la Prensa Hidráulica, el mismo usado para ensayar las pilas de albañilería.

*Figura 74. Panel Sometido a carga Axial, edad 7 días.*



Panel 01

Panel 02

Panel 03

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Tabla 57. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Compresión, edad 07 días.*

Panel de P.E. Edad: 07 días	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura (cm)	Altura Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
<b>P1</b>	23.13 23.10	23.12	13.12 13.10	13.11	31.08 31.06	31.07	10.963	<b>152.00</b>
<b>P2</b>	23.05 23.03	23.04	13.10 13.09	13.10	31.20 31.15	31.18	11.020	<b>111.90</b>
<b>P3</b>	23.10 23.09	23.10	13.05 13.06	13.06	31.12 31.15	31.14	10.896	<b>134.60</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

$$\text{Peso Promedio de Panel P.E. (7 días)} = \frac{10.963 + 11.020 + 10.896}{3} = 10.960 \text{ Kg}$$

$$\text{Lectura Promedio de Panel P.E. (7 días)} = \frac{152.0 + 111.9 + 134.6}{3} = 132.8 \text{ KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$152.0 \text{ KN} = 152.0 \times (101.9716005) = 15,499.68 \text{ Kg}$$

$$111.9 \text{ KN} = 111.9 \times (101.9716005) = 11,410.62 \text{ Kg}$$

$$134.6 \text{ KN} = 134.6 \times (101.9716005) = 13,725.38 \text{ Kg}$$

### B) Ensayo a compresión axial en Panel de PE a los 14 días.

Después de realizar las muestras, 03 Panel de P.E. siguientes (P4, P5 y P6) a los 14 días, se llegaron a someter a fuerza de compresión Axial. El equipo utilizado para este ensayo es la Prensa Hidráulica, el mismo usado para ensayar las pilas de albañilería.

Figura 75. Panel de PE Sometido a carga Axial, edad 14 días.



Panel 04

Panel 05

Panel 06

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 58. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Compresión, edad 14 días.

Panel de P.E. Edad: 14 días	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura (cm)	Altura Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
<b>P4</b>	23.02 23.01	<b>23.02</b>	13.04 13.02	<b>13.03</b>	31.08 31.06	<b>31.07</b>	10.862	<b>149.60</b>
<b>P5</b>	23.01 23.03	<b>23.02</b>	13.10 13.12	<b>13.11</b>	31.10 31.10	<b>31.10</b>	10.752	<b>132.10</b>
<b>P6</b>	23.04 23.05	<b>23.05</b>	13.15 13.12	<b>13.14</b>	31.15 31.12	<b>31.14</b>	10.840	<b>131.80</b>

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio de Panel P.E. (14 días)} = \frac{10.862 + 10.752 + 10.840}{3} = \mathbf{10.818 Kg}$$

$$\text{Lect. Promedio de Panel P.E. (14 días)} = \frac{149.60 + 132.10 + 131.80}{3} = \mathbf{137.8 KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$149.6 \text{ KN} = 149.6 \times (101.9716005) = 15,254.95 \text{ Kg}$$

$$132.1 \text{ KN} = 132.1 \times (101.9716005) = 13,470.45 \text{ Kg}$$

$$131.8 \text{ KN} = 131.8 \times (101.9716005) = 13,439.86 \text{ Kg}$$

### C) Ensayo a compresión axial en Panel de PE a los 28 días.

Después de realizar las muestras, 04 Panel de P.E. siguientes (P7, P8, P9 y P10) a los 28 días, se llegaron a someter a fuerza de compresión Axial. El equipo utilizado para este ensayo es la Prensa Hidráulica.

Figura 76. Panel de PE Sometido a carga Axial, edad 28 días.



Panel 07

Panel 08



Panel 09

Panel 10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Compresión, edad 28 días.

Panel de P.E. Edad: 28 días	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura (cm)	Altura Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
<b>P7</b>	23.10 23.08	<b>23.09</b>	13.08 13.10	<b>13.09</b>	31.20 31.18	<b>31.19</b>	<b>10.763</b>	<b>160.80</b>
<b>P8</b>	23.08 23.11	<b>23.10</b>	13.11 13.13	<b>13.12</b>	31.13 31.12	<b>31.13</b>	<b>10.652</b>	<b>172.00</b>
<b>P9</b>	23.12 23.14	<b>23.13</b>	13.05 13.04	<b>13.05</b>	31.15 31.12	<b>31.14</b>	<b>10.648</b>	<b>197.80</b>
<b>P10</b>	23.15 23.12	<b>23.14</b>	13.10 13.08	<b>13.09</b>	31.10 31.12	<b>31.11</b>	<b>10.745</b>	<b>155.5</b>

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Prom. Panel PE (28 días)} = \frac{10.763 + 10.652 + 10.648 + 10.745}{4} = 10.702 \text{ Kg}$$

$$\text{Lect. Prom. de Panel P. E. (28 días)} = \frac{160.8 + 172.0 + 197.8 + 155.5}{4} = 171.5 \text{ KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$160.8 \text{ KN} = 160.8 \times (101.9716005) = 16,397.03 \text{ Kg}$$

$$172.0 \text{ KN} = 172.0 \times (101.9716005) = 17,539.12 \text{ Kg}$$

$$197.8 \text{ KN} = 197.8 \times (101.9716005) = 20,169.98 \text{ Kg}$$

$$155.5 \text{ KN} = 155.5 \times (101.9716005) = 15,856.58 \text{ Kg}$$

### 3.9.2.8. Panel de P.E. para ensayo a Flexión (F't)

Una vez listo los materiales, se procede a elaborar los Panel de P.E. bajo el siguiente detalle: 10 Panel de 0.405x0.23x0.13, incluye acabado de 3cm en todas las caras, para ensayo a Flexión.

*Figura 77. Proceso Constructivo Panel de P.E. para ensayo a Flexión*



*Fuente: Elaboración Propia*

#### **A) Ensayo a Flexión en Panel de Poliestireno expandido a los 07 días.**

Después de realizar las muestras a los 7 días, 03 Panel de P.E. (P1, P2 y P3), se mide las dimensiones y pesos de dichas Muestras.

*Figura 78. Panel de P.E. para Ensayo a Flexión, edad 07 días.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

El equipo utilizado para este ensayo es la Prensa Hidráulica adaptado con dos apoyos en la Base, igual que del ensayo en pilas de albañilería, el resultado sometido a una carga al centro de la pila de albañilería horizontal en medio de dos apoyos viene a ser:

Figura 79. Panel de P.E. Sometido a Flexión, edad 07 días.



Panel 01

Panel 02

Panel 03

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 60. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Flexión, edad 07 días.

Panel de P.E. Edad: 07 días	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Espesor (cm)	Espesor Prom. (cm)	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
<b>P1</b>	23.60	<b>23.55</b>	13.10	<b>12.98</b>	41.00	<b>41.08</b>	14.719	<b>24.8</b>
	23.60		12.90		41.10			
	23.60		12.90		41.00			
	23.40		13.00		41.20			
<b>P2</b>	23.60	<b>23.58</b>	12.70	<b>12.85</b>	41.20	<b>41.13</b>	14.785	<b>27.3</b>
	23.60		12.70		41.20			
	23.50		13.00		41.00			
	23.60		13.00		41.10			
<b>P3</b>	23.60	<b>23.55</b>	12.80	<b>12.83</b>	41.20	<b>40.13</b>	14.936	<b>31.1</b>
	23.60		12.90		41.30			
	23.50		12.70		41.00			
	23.50		12.90		41.00			

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio de Panel P.E. (7 días)} = \frac{14.719 + 14.785 + 14.936}{3} = 14.813 \text{ Kg}$$

$$\text{Lectura Promedio de Panel P.E. (7 días)} = \frac{24.8 + 27.3 + 31.1}{3} = 27.7 \text{ KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$24.8 \text{ KN} = 24.8 \times (101.9716005) = 2,528.90 \text{ Kg}$$

$$27.3 \text{ KN} = 27.3 \times (101.9716005) = 2,783.82 \text{ Kg}$$

$$31.1 \text{ KN} = 31.1 \times (101.9716005) = 3,171.32 \text{ Kg}$$

## B) Ensayo a Flexión en Panel de Poliestireno expandido a los 14 días.

Después de realizar las muestras a los 14 días, 03 Panel de P.E. (P4, P5 y P6), se mide las dimensiones y pesos de dichas Muestras.

Figura 80. Panel de P.E. para Ensayo a Flexión, edad 14 días.



Fuente: Elaboración Propia.

El equipo utilizado para este ensayo es la Prensa Hidráulica adaptado con dos apoyos en la Base, igual que del ensayo en pilas de albañilería.

Figura 81. Panel de P.E. Sometido a Flexión, edad 14 días.



Panel 04

Panel 05

Panel 06

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 61. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Flexión, edad 14 días.

Panel de P.E. Edad: 14 días	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Espesor (cm)	Espesor Prom. (cm)	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
<b>P4</b>	23.30	23.50	12.90	12.98	41.80	41.38	14.638	<b>26.4</b>
	23.50		12.70		41.50			
	23.70		13.10		41.20			
	23.50		13.20		41.00			
<b>P5</b>	23.70	23.65	12.60	12.63	41.50	41.38	14.630	<b>34.5</b>
	23.90		12.30		41.40			
	23.50		12.80		41.30			
	23.50		12.80		41.30			

<b>P6</b>	23.70	23.63	12.90	12.75	41.30	41.38	14.009	<b>31.3</b>
	23.80		13.00		41.50			
	23.50		12.50		41.40			
	23.50		12.60		41.30			

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Promedio de Panel P.E. (14 días)} = \frac{14.638 + 14.630 + 14.009}{3} = \mathbf{14.426 \text{ Kg}}$$

$$\text{Lectura Promedio de Panel P.E. (14 días)} = \frac{26.4 + 34.5 + 31.3}{3} = \mathbf{30.7 \text{ KN}}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$26.4 \text{ KN} = 26.4 \times (101.9716005) = 2,692.05 \text{ Kg}$$

$$34.5 \text{ KN} = 34.5 \times (101.9716005) = 3,518.02 \text{ Kg}$$

$$31.3 \text{ KN} = 31.3 \times (101.9716005) = 3,191.71 \text{ Kg}$$

### C) Ensayo a Flexión en Panel de Poliestireno expandido a los 28 días.

Después de realizar las muestras a los 28 días, 04 Panel de P.E. (P7, P8, P9 y P10), se mide las dimensiones y pesos de dichas Muestras.

Figura 82. Panel de P.E. para Ensayo a Flexión (P7, P8, P9, P10), edad 28 días.



Fuente: Elaboración Propia.

El equipo utilizado para este ensayo es la Prensa Hidráulica adaptado con dos apoyos en la Base, igual que del ensayo en pilas de albañilería.

Figura 83. Panel de P.E. Sometido a Flexión, edad 28 días.



Panel 07

Panel 08



Panel 09



Panel 10

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 62. Datos obtenidos de Panel de P.E., Ensayo Flexión, edad 28 días.

Panel de P.E. Edad: 28 días	Ancho (cm)	Ancho Prom. (cm)	Espesor (cm)	Espesor Prom. (cm)	Largo (cm)	Largo Prom. (cm)	Peso (Kg)	Lectura (KN)
<b>P7</b>	23.70	<b>23.58</b>	13.20	<b>13.10</b>	41.40	<b>41.38</b>	13.929	<b>37.9</b>
	23.70		13.70		41.50			
	23.40		12.70		41.30			
	23.50		12.80		41.30			
<b>P8</b>	23.40	<b>23.45</b>	13.00	<b>13.00</b>	41.00	<b>40.95</b>	13.967	<b>36.4</b>
	23.40		13.00		41.00			
	23.50		13.00		40.90			
	23.50		13.00		40.90			
<b>P9</b>	23.00	<b>23.08</b>	13.30	<b>13.23</b>	41.50	<b>41.78</b>	14.873	<b>29.2</b>
	23.40		13.10		41.80			
	22.90		13.20		41.90			
	23.00		13.30		41.90			
<b>P10</b>	23.40	<b>23.45</b>	13.00	<b>12.95</b>	41.20	<b>41.08</b>	13.523	<b>32.1</b>
	23.50		13.00		41.00			
	23.40		13.00		41.00			
	23.50		12.80		41.10			

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Peso Prom. Panel PE (28 dias)} = \frac{13.929 + 13.967 + 14.873 + 13.523}{4} = \mathbf{14.073 Kg}$$

$$\text{Lectura Promedio de Panel P.E. (28 dias)} = \frac{37.9 + 36.4 + 29.2 + 32.1}{4} = \mathbf{33.9 KN}$$

Conversión de la Lectura (KN a Kg)

$$37.9 \text{ KN} = 37.9 \times (101.9716005) = 3,864.72 \text{ Kg}$$

$$36.4 \text{ KN} = 36.4 \times (101.9716005) = 3,711.77 \text{ Kg}$$

$$29.2 \text{ KN} = 29.2 \times (101.9716005) = 2,977.57 \text{ Kg}$$

$$32.1 \text{ KN} = 32.1 \times (101.9716005) = 3,273.29 \text{ Kg}$$

### **3.9.3. Fase III: Análisis Sismorresistente de la Estructura-Sistema Tradicional.**

#### **3.9.3.1. Generalidades de Diseño Estructural**

El proyecto “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria de la Institución Educativa de 38851/Mx-P de Putaqa Distrito de Vinchos - Huamanga – Ayacucho” Consta de 05 módulos (Bloques) y Obras Exteriores, de lo cual el Bloque A, será el módulo de Estudio.

La finalidad de la presente Investigación es realizar el Análisis y diseño Estructural del Bloque A, La estructura corresponden a una edificación destinada a centro educativo de dos niveles. Los sistemas estructurales de la edificación están conformados principalmente por pórticos y muros de albañilería confinada. Utilizaremos para la presente investigación el software ETABS v19 del CSI.

Se considera en el Diseño Estructural los análisis sugeridos en la Norma E.030 (Diseño Sismorresistente), las cargas sugeridas en la Norma E.020 (Cargas), las resistencias de los muros de albañilería confinada de acuerdo a lo establecido en la Norma E.070 (Albañilería), la Norma E.060 (Concreto Armado), las pautas sugeridas en la Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones). Todos estas Normas Técnicas corresponden al Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

#### **3.9.3.2. Infraestructura Propuesta**

BLOQUE A.- Este módulo de 02 niveles consta con la distribución de 06 aulas, 03 aulas en cada nivel, y cada aula con un área de 46.40 m<sup>2</sup>. En el sentido X presenta al sistema Aporticado a base de Columnas y Vigas con muros no portantes (Tabiquería) y en el sentido Y tenemos el sistema de Albañilería confinada a base de unidades de

ladrillo KK de 18 huecos con elementos de arrioste alrededor, tal como se indican en los planos del Expediente Técnico del Proyecto.

Figura 84. Primera Planta y Elevación Frontal, Bloque A.



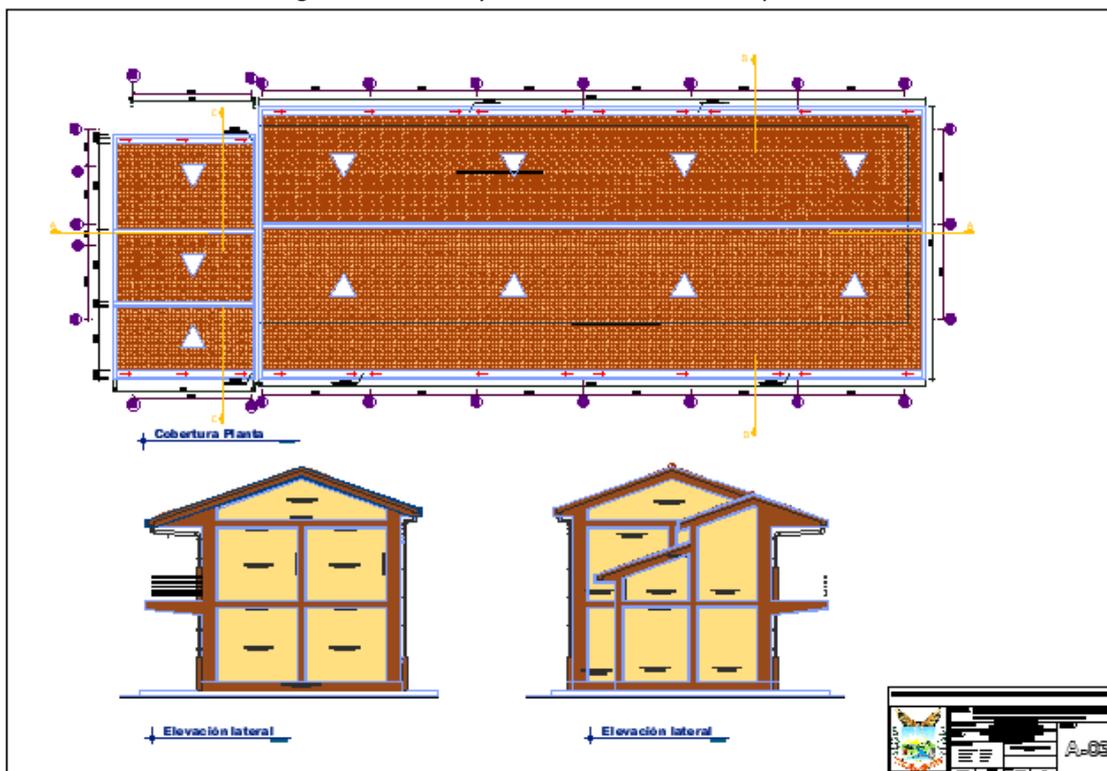
Fuente: Planos, Expediente Técnico de la Institución Educativa De 38851/Mx-P de Putaqa.

Figura 85. Segunda Planta y Elevación Posterior, Bloque A.



Fuente: Planos, Expediente Técnico de la Institución Educativa De 38851/Mx-P de Putaqa.

Figura 86. Techo y elevación Lateral, Bloque A.



Fuente: Planos, Expediente Técnico de la Institución Educativa De 38851/Mx-P de Putaqa

### 3.9.3.3. Procedimiento de Análisis

Se verificará el comportamiento dinámico de la estructura (Bloque A) frente a cargas sísmicas mediante un análisis espectral indicado en la norma sismorresistente, con ese propósito se genera un modelo matemático para el análisis respectivo. Este modelo será realizado usando el Software ETABS V.19 del CSI.

### 3.9.3.4. Propiedades de los materiales

#### Concreto:

- Peso Unitario,  $w_c = 24.0 \text{ KN/m}^3$  ( $2400 \text{ kg/m}^3$ )  
Según la *Norma E.020 Cargas del RNE*, en el Anexo 01 cita los pesos Unitarios de distintos Materiales, entre ellos el concreto simple y concreto armado.
- Resistencia a la compresión,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  ( $21 \text{ MPa}$ )  
Según la *Norma E.060 Concreto Armado* en el capítulo 19.3.1. La resistencia en compresión especificada del concreto  $f'_c$  a los 28 días no será menor que  $21 \text{ MPa}$ .
- Módulo de elasticidad,  $E_c = 218\,819.79 \text{ kg/cm}^2$   
Según la *ACI 318* en el capítulo 8.5.1.  
Según la *Norma E.060 Concreto Armado* en el capítulo 8.5.2.  
Para concretos de peso unitario normal, el módulo de elasticidad,  $E_c$ , puede tomarse como:

$$E_c = 4700x\sqrt{f'c} \dots \dots \dots \text{en MPa}$$

$$E_c = 15100x\sqrt{210} = 218,819.79 \dots \dots \dots \text{en kg/cm}^2$$

- Módulo de Poisson,  $\nu = 0.20$

El coeficiente de Poisson es una cantidad adimensional, característica de cada material. Cuando un trozo material que se somete a una tensión, o a una compresión, sufre una deformación, el cociente entre la deformación transversal y la deformación longitudinal es precisamente el coeficiente de Poisson.

$$\nu = \frac{\epsilon_{TRANSVERSAL}}{\epsilon_{LONGITUDINAL}} = \frac{\epsilon_T}{\epsilon_L}$$

Donde

$\epsilon_T$ : deformacion unitaria transversal  
 $\epsilon_L$ : deformacion unitaria Longitudinal

Los valores del módulo o relación de Poisson del concreto se determina normalmente de acuerdo a la Norma ASTM C-469 durante una prueba de compresión de un cilindro estándar, varía entre 0.15 y 0.20, pero la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que este parámetro no es muy consistente y es posible observar valores fuera del intervalo mencionado

**Acero:**

- Resistencia a la fluencia del acero grado 60,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 Norma Técnica ASTM A615 Grado 60  
 Norma Técnica Peruana NTP 341.031 Grado 60  
 Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú

El límite de fluencia: Es el máximo valor del esfuerzo que desarrolla el fierro sin que se deforme permanentemente. Cuando se deja de estirar, el fierro regresa a su estado inicial, como si fuera un elástico. Para las barras grado 60, este valor es:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

**Albañilería:**

- Ladrillo tipo King Kong 18 huecos: Estándar para Muro Portante  
 Según NTP 399.613 y RNE.070.  
 Ladrillos Pukara EIRL – Simpapata km 4.5 carretera Lagunillas Compañía.

Tabla 63. Resistencia a la compresión de Unidades de albañilería.

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	W (N)	C (MPa)
1	243.0	132.0	32076	365588	11.40
2	242.0	132.5	32065	330490	10.31
3	242.5	132.0	32010	344314	10.76
4	242.0	132.5	32065	369706	11.53
5	242.5	132.0	32010	370196	11.57
PROMEDIO					11.11

Fuente: Ficha Técnica, Ladrillo Pukara EIRL.

$f'_{cb} = 11.11 \text{ MPa} = 113.29 \text{ Kg/cm}^2$  entonces, según la tabla 1 de la Norma 0.70, clase de unidad de albañilería para fines estructurales, se clasifica como Ladrillo tipo III.

- Peso Unitario del Ladrillo King Kong 18 huecos,  $w_l = 1800 \text{ kg/m}^3$   
Según la Norma E.020 Cargas del RNE, en el Anexo 01 cita los pesos Unitarios de distintos Materiales, Unidades de arcilla cocidas Solidas.  
Según la Ficha Técnica Ladrillo Pukara EIRL: Densidad =  $1.95 \text{ Kg/cm}^3$
- Resistencia a la compresión  $f'_m = 63.45 \text{ kg/cm}^2$   
Según NTP 399.605 y RNE.070.  
Ladrillos Pukara EIRL – Simpapata km 4.5 carretera Lagunillas Compañía.

Tabla 64. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería.

IDENTIFICACIÓN	h (mm)	b (mm)	RELACION Ne	$A_t$ (mm <sup>2</sup> )	P (K)	$f_m$ (kPa)	$f_m$ corregido (kPa)
1	330.1	130.0	2.54	31330	256765	8195	8500
2	330.9	130.0	2.55	31200	248333	7959	8300
3	331.2	130.0	2.55	31330	245196	7826	8150
PROMEDIO							8300

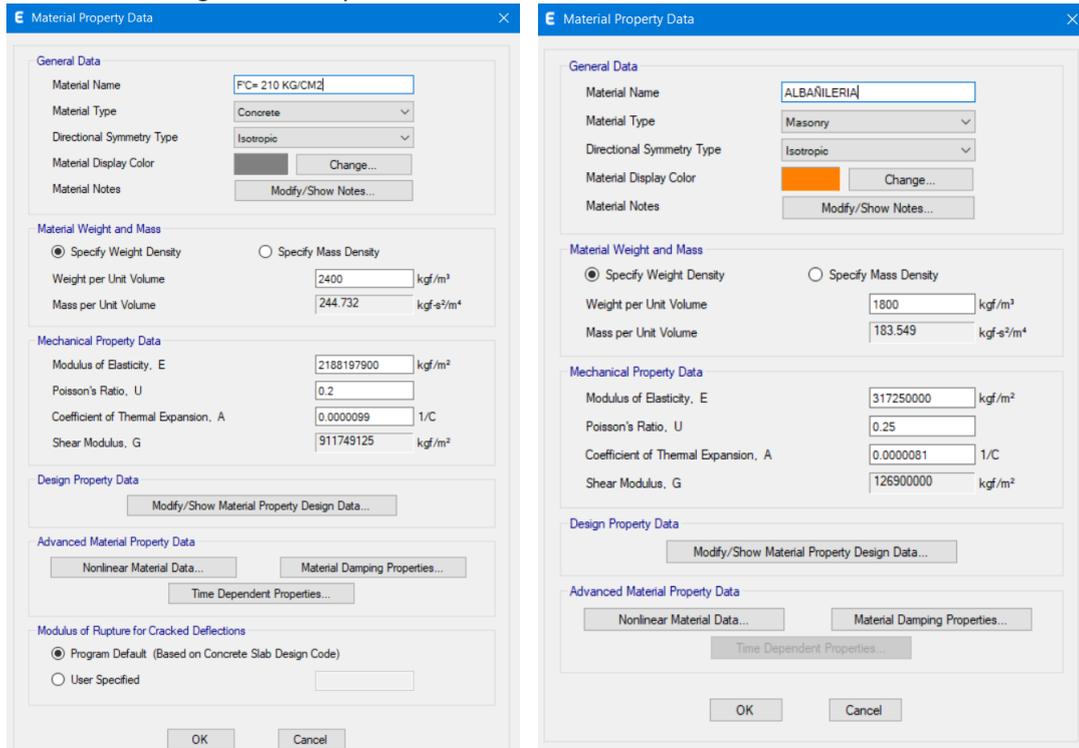
Fuente: Ficha Técnica, Ladrillo Pukara EIRL.

$f'_m = 8300 \text{ KPa} = 84.64 \text{ Kg/cm}^2$  entonces, según la tabla 7 de la Norma 0.70, Resistencias características de la albañilería, se clasifica como Ladrillo clase IV - Industrial.

En el capítulo 4.2.1. de la presente investigación, resultados sobre los ensayos a compresión axial de las pilas de albañilería, se obtienen resistencias características promedio a los 7, 14 y 28 días, valores de 41.57, 53.66 y 63.45 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que hacemos uso la resistencia a los 28 días,  $f'_m = 63.45 \text{ kg/cm}^2$

- Módulo de elasticidad,  $E_m = 500 \times f'_m = 500 \times 63.45 = 31725 \text{ kg/cm}^2$   
Según la Norma E.070 Albañilería en el capítulo 26.7. El módulo de elasticidad ( $E_m$ ) y el módulo de corte ( $G_m$ ) para la albañilería se considerará como sigue:  
Unidades de arcilla  $E_m = 500 \times f'_m$   
Para todo tipo de unidad de albañilería  $G_m = 0.4 \times E_m$
- Módulo de corte,  $G_m = 0.4 \times E_m = 0.4 \times 31725 = 12690 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson,  $\nu = 0.25$   
Según (San Bartolome, Angel, 1994), hace uso del módulo de Poisson de la albañilería (Pág. 102)

Figura 87. Propiedades de los Materiales, Sistema Tradicional.



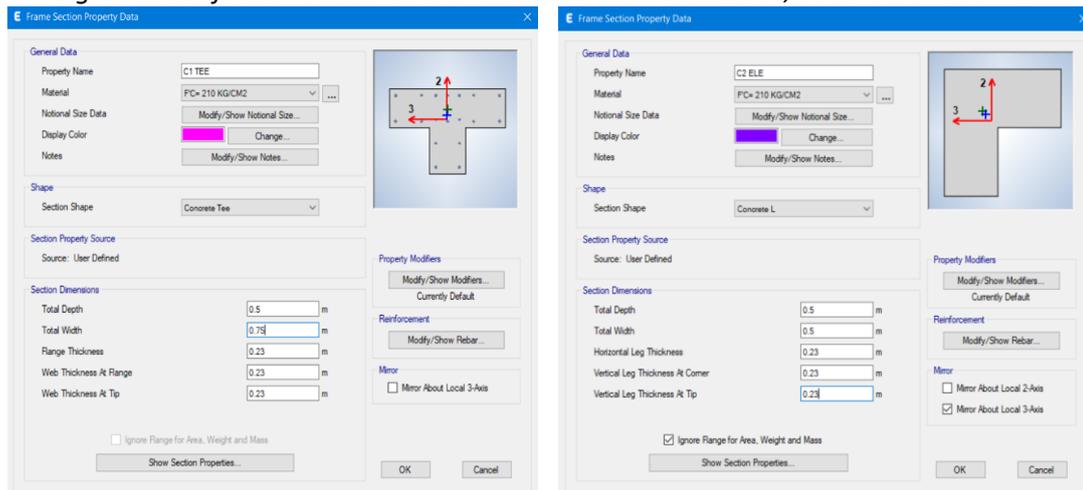
Concreto

Albañilería

Fuente: Elaboración Propia

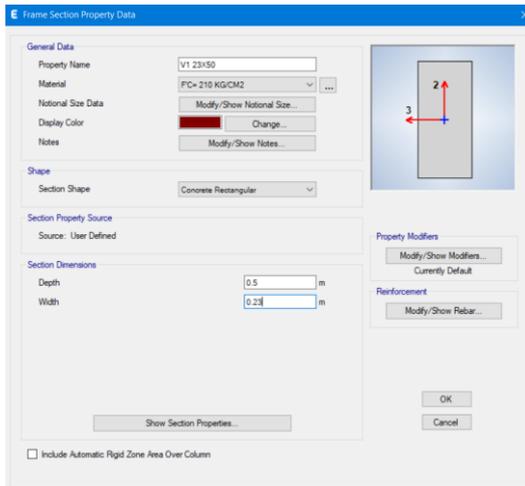
### 3.9.3.5. Definición de Secciones.

Figura 88. Definición de secciones de elementos estructurales, sistema tradicional.

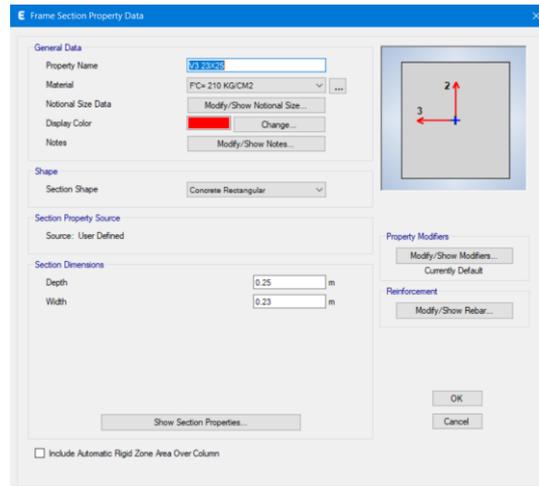


Columna C1

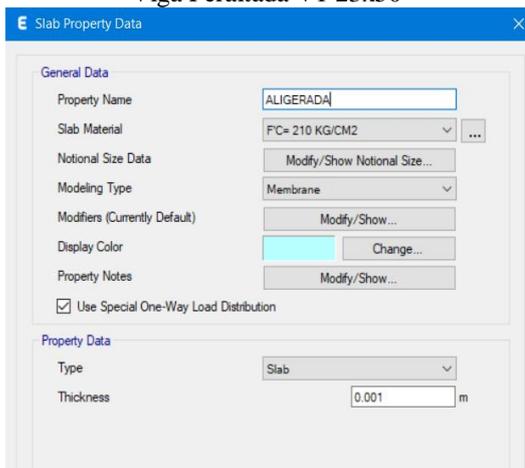
Columna C2



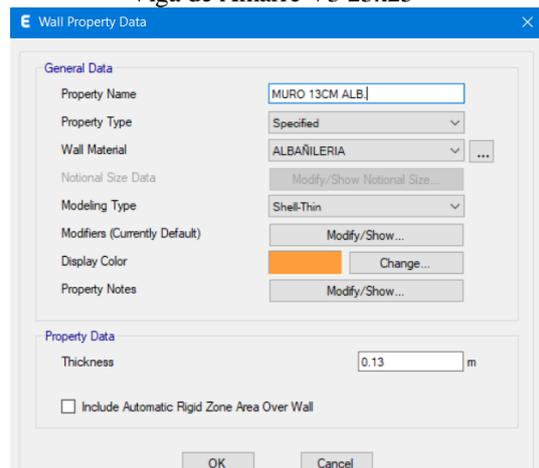
Viga Peraltada V1 23x50



Viga de Amarre V3 23x25



Losa Aligerada e=20 cm



Muro e=25 cm y e=13 cm

Fuente: Elaboración Propia

### 3.9.3.6. Consideraciones Sísmicas

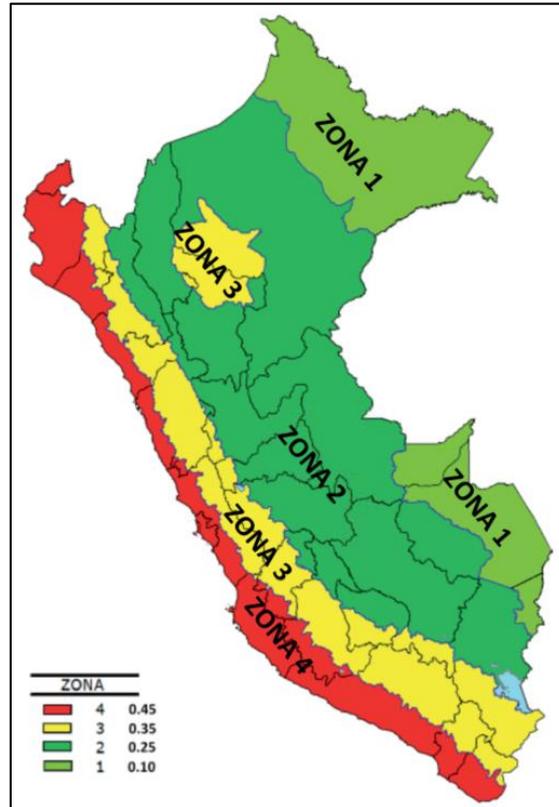
Las consideraciones adoptadas para poder realizar un análisis dinámico de la edificación son mediante movimientos de superposición espectral, es decir, basado en la utilización de periodos naturales y modos de vibración que podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura. Entre los parámetros de sitio usados y establecidos por la **Norma Sismorresistente E.030** son:

#### Zonificación:

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características esenciales de los movimientos sísmicos, la atenuación de estos con la distancia y la información geotécnica obtenida de estudios científicos. De acuerdo a la Norma E.030 de diseño Sismorresistente asigna un factor “Z” a cada una de las 4 zonas del territorio nacional. Este factor representa la aceleración máxima del

terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Para el presente estudio, la zona en la que está ubicada la edificación corresponde a la **Zona 3** y su factor de zona **Z = 0.35**.

Figura 89. Zonificación sísmica



Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.030], 2018)

### Parámetros del Suelo:

Los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Se considera que el perfil de suelo en donde será construida la estructura es de tipo (S2), el periodo predominante, **T<sub>p</sub>**, asociado con este tipo de suelo es de **0.6 seg.** y **T<sub>L</sub>=0.2 seg.**, y el factor de amplificación del suelo se considera **S= 1.15**

### Factor de amplificación Sísmica:

De acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 T < T_p; & \quad C = 2.5 \\
 T_p < T < T_L; & \quad C = 2.5x \frac{T_p}{T} \\
 T > T_L; & \quad C = 2.5x \left( \frac{T_p x T_L}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

### Categoría de la edificación:

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, Según el RNE, para Aulas se le considera una edificación esencial, **Categoría A**, por la tanto su factor de importancia es igual a **U = 1.5**

### Sistemas estructurales:

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración Sismorresistente predominante en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R). El sistema de estructuración de la edificación en la dirección X-X es de **pórticos de concreto armado**, por tanto, el factor de Reducción igual a **R<sub>x</sub> = 8**; y en la dirección Y-Y es de muros de **albañilería confinada**, por tanto, el factor de reducción es igual a **R<sub>y</sub> = 3**, para acción de sismo moderado.

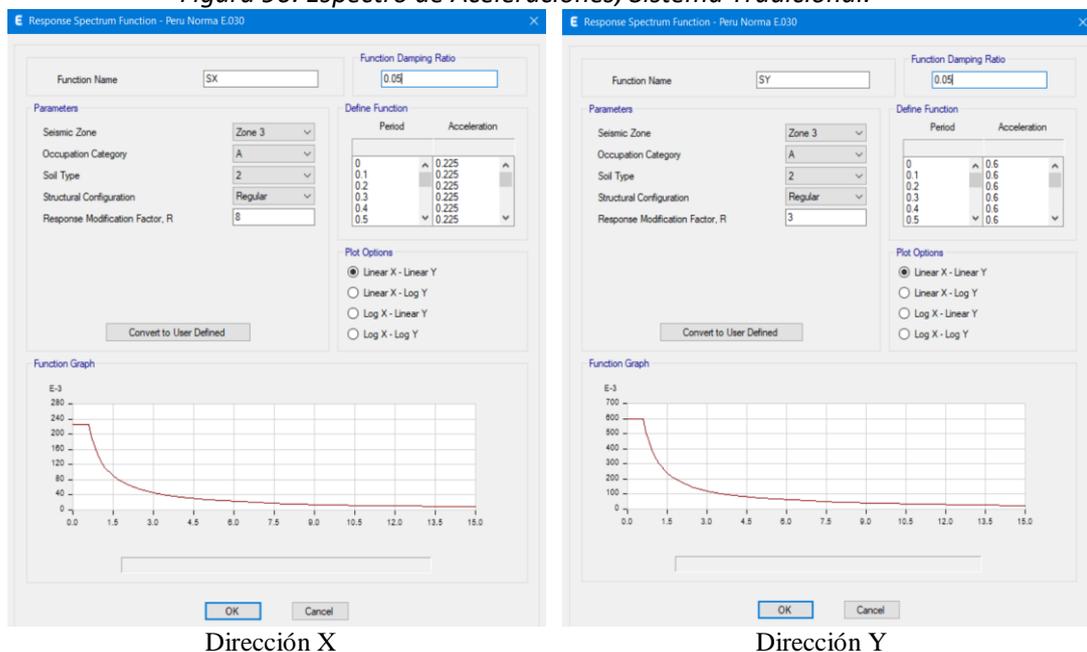
Asimismo, la edificación es considerada como estructura regular, por lo cual, no es necesario reducir el valor de R.

### Aceleración Espectral:

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudos-aceleraciones definido por:

$$S_a = \left( \frac{Z_x U_x C_x S}{R} \right) x g$$

Figura 90. Espectro de Aceleraciones, Sistema Tradicional.



Fuente: Elaboración Propia.

### Desplazamientos Laterales Permisibles:

Se refiere al máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado de acuerdo a lo indicado en el artículo 16 (16.4) de la Norma E.030, en donde los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por **0.75xR** los obtenidos del análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente  $R_x$  y  $R_y$ .

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe exceder a **0.007** para estructuras de **concreto armado**; y **0.005** para muros de **albañilería confinada**, según lo que indica la norma Sismorresistente E.030

### 3.9.3.7. Participación de Masa:

El peso (W) será calculado aumentando a la carga total de la edificación un 50% de la carga viva, por ser una edificación de categoría A.

Figura 91. Participación de Masa, sistema tradicional.

Load Pattern	Multiplier
CV	0.5
CM	1
CV	0.5

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.9.3.8. Metrado de Cargas:

**Cargas Muertas:** Son cargas provenientes del peso de los materiales, dispositivos de servicio, y otros elementos que forman parte de la edificación y/o se consideran permanentes, según Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):

- Peso propio elementos de concreto armado =  $2400 \text{ kg/m}^3$  Norma E.20 (Cargas)
- Peso propio de muros de albañilería =  $1800 \text{ kg/m}^3$  Norma E.20 (Cargas)
- Peso propio de losa aligerada ( $h=20$ ) =  $300 \text{ kg/m}^2$  Norma E.20 (Cargas)
- Peso propio piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$  Norma E.20 (Cargas)

**Cargas vivas:** Cargas que provienen de los pesos no permanentes de la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y otros elementos móviles estimados en la estructura. Teniendo en cuenta que la edificación es de tipo esencial, se considera el 50% de la carga viva para el análisis sísmico.

- Sobrecarga de Escaleras y Corredores = 400 kg/m<sup>2</sup> Norma E.20 (Cargas)
- Sobrecarga de Aulas = 250 kg/m<sup>2</sup> Norma E.20 (Cargas)
- Sobrecarga de azotea = 100 kg/m<sup>2</sup> Norma E.20 (Cargas)

**Cargas por sismo:** Análisis de cargas estáticas o dinámicas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la Norma Sismorresistente E.030

**Combinación de Cargas:**

Comb1 = 1.4 CM + 1.7 CV

Comb2 = 1.25 (CM+CV) + CSx

Comb2 = 1.25 (CM+CV) + CSy

Comb3 = 1.25 (CM+CV) - CSx

Comb3 = 1.25 (CM+CV) - CSy

Comb4 = 0.9 CM + CSx

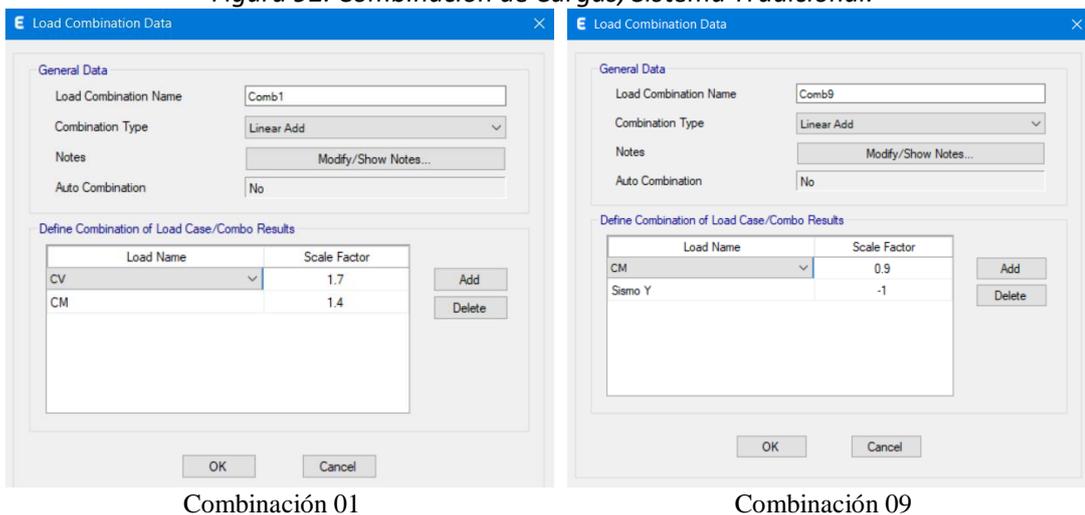
Comb4 = 0.9 CM + CSy

Comb5 = 0.9 CM - CSx

Comb5 = 0.9 CM - CSy

Envolvente = Comb1+ Comb2+ Comb3+ Comb4+ Comb5+ Comb6+ Comb7+ Comb8+ Comb9

*Figura 92. Combinación de Cargas, Sistema Tradicional.*

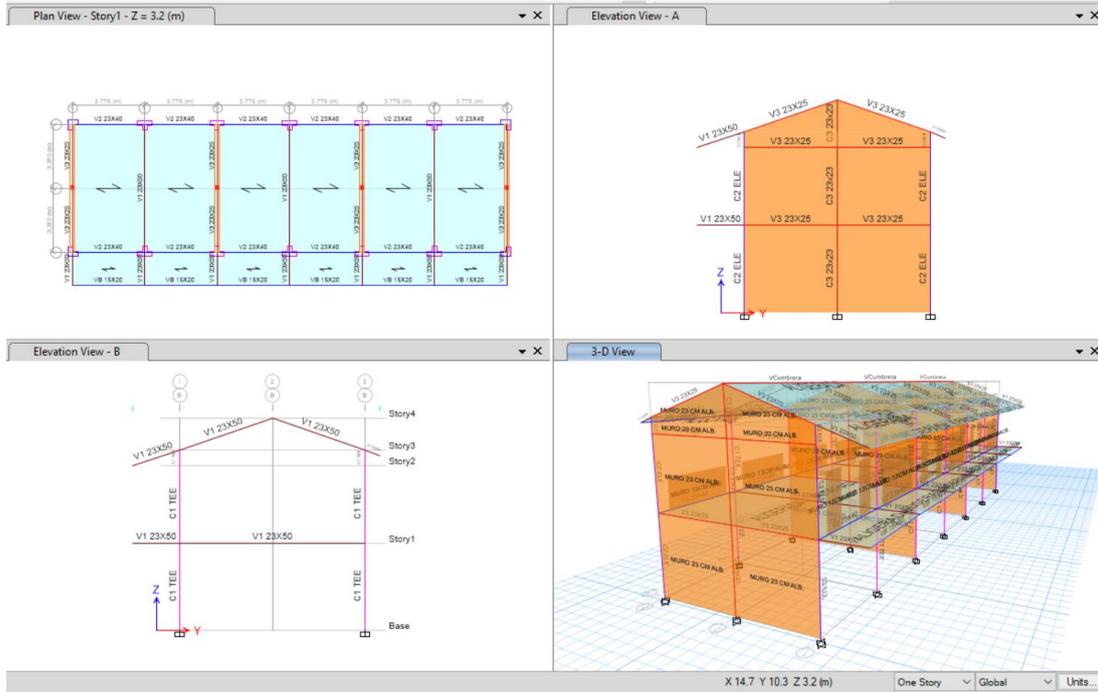


*Fuente: Elaboración Propia.*

**3.9.3.9. Modelado del Bloque A**

luego de cargar al programa Etabs las propiedades de los materiales, definición de secciones, se procede a dibujar el Bloque A en el Programa Etabs V19, teniendo en cuenta las consideraciones sísmicas y Metrado de cargas.

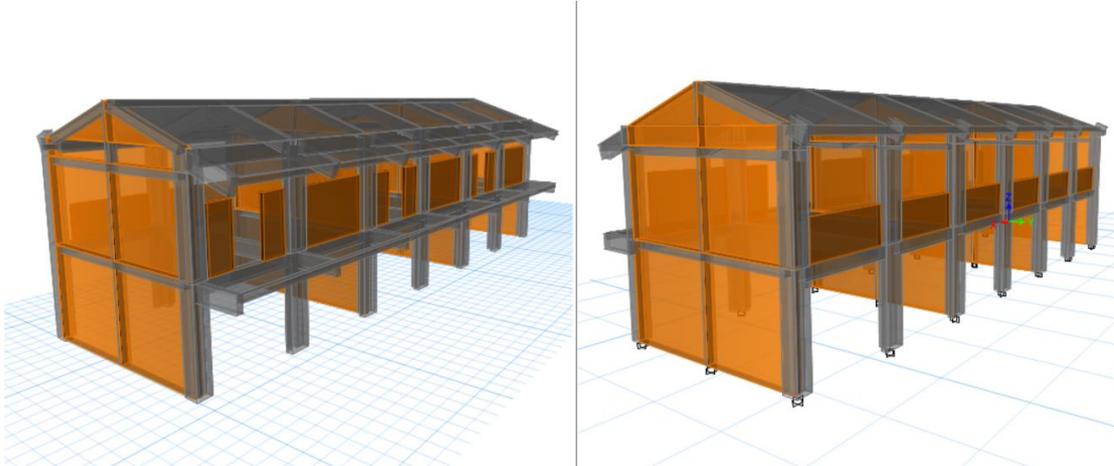
Figura 93. Dibujo del Bloque A, Etabs V19, Sistema Tradicional.



Fuente: Elaboración Propia.

Se dibujó el bloque A, objetivo de la presente investigación, de acuerdo a los planos del proyecto de la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa, se aprecia el sentido de las losas que se apoyan en sentido X a las vigas principales y a las vigas Soleras formando así un sistema Aporticado, mientras que el sentido Y se observa los muros portantes con elementos de arrioste alrededor siendo un sistema de albañilería Confinada, los parámetros o datos asignados fueron cargados de los resultados de Laboratorio y del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura 94. Vista 3D, Frontal y Posterior del Bloque A, Etabs V19, Sistema Tradicional.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.9.4. Fase IV: Análisis Sismorresistente de la Estructura - Sistema de P.E.

#### 3.9.4.1. Procedimiento de Análisis

Se realizará el mismo procedimiento que el Sistema Tradicional, también se hará uso del Software ETABS v19 del CSI.

#### 3.9.4.2. Propiedades de los materiales

##### Concreto:

- Peso Específico,  $w_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$
- Resistencia a la compresión,  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad,  $E_c = 218\,819.79 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson,  $\nu = 0.20$

##### Acero:

- Resistencia a la fluencia del acero grado 60,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

##### Mortero:

- Proporción, 1:4

Según la *Norma 0.70 Albañilería*, Capítulo 13.9. Para pilas y muretes se usará mortero con dosificación 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

##### Panel de poliestireno expandido (P.E.) con M.E:

- Densidad,  $\rho = 11.51 \text{ kg/m}^3$

Según *LOSAL-Maquinarias de tecnopor Ayacucho* (Fabrica de Tecnopor Ayacucho)

- Peso Específico,  $\gamma = W/V = m \times g/v = 1151.00 \text{ Kg/m}^3$

Según *LOSAL-Maquinarias de tecnopor Ayacucho* (Fabrica de Tecnopor Ayacucho)

- Resistencia a la compresión  $f'_m = 40.23 \text{ kg/cm}^2$

Según la presente investigación, capítulo 4.2.3. para panel de poliestireno expandido con M.E., sometidos a ensayo a compresión axial, resultaron a los 7, 14 y 28 días, resistencias de 29.89, 33.58, 40.23 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que trabajaremos con  $f'_m = 40.23 \text{ kg/cm}^2$ .

- Módulo de elasticidad,  $E_m = 30\,000 \text{ kg/cm}^2$

Según (San Bartolome, 2009) para fines prácticos, se propone usar para los muros del sistema M2 (pág. 66):

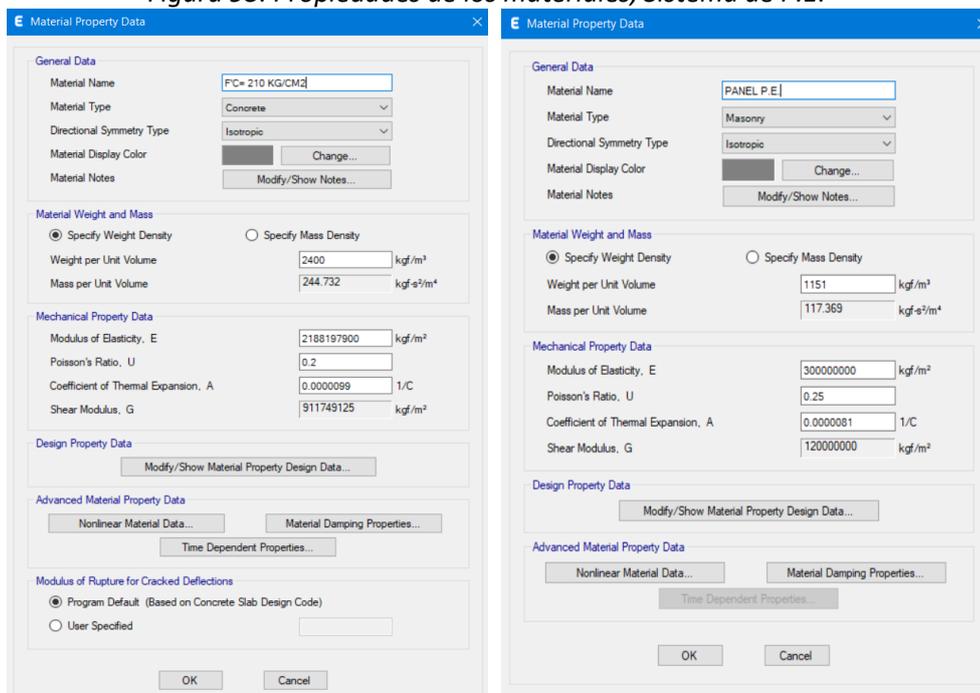
-  $E = 30,000 \text{ kg/cm}^2$ , para la sección compuesta mortero-tecnopor-mortero.

-  $\nu = 0.25$ , Módulo de Poisson, similar al de concreto armado.

-  $t = 6\text{cm}$ , espesor proporcionado por las 2 capas de mortero.

- Módulo de corte,  $G_m = 0.4 \times E_m = 12\,000 \text{ kg/cm}^2$   
Según (San Bartolome, 2009) “El módulo de corte “G” no pudo hallarse experimentalmente, porque los desplazamientos diagonales fueron muy pequeños en la etapa elástica, incluso en la etapa inelástica, los desplazamientos diagonales fueron menores que 0.3mm, porque las fisuras formadas en la zona central del muro fueron controladas por la malla electrosoldada” (Pág. 64)  
Por lo que para la presente investigación se usara  $G_m = 0.4 \times E_m$ , Según el capítulo 26.7 de la Norma E.070.

Figura 95. Propiedades de los materiales, Sistema de P.E.



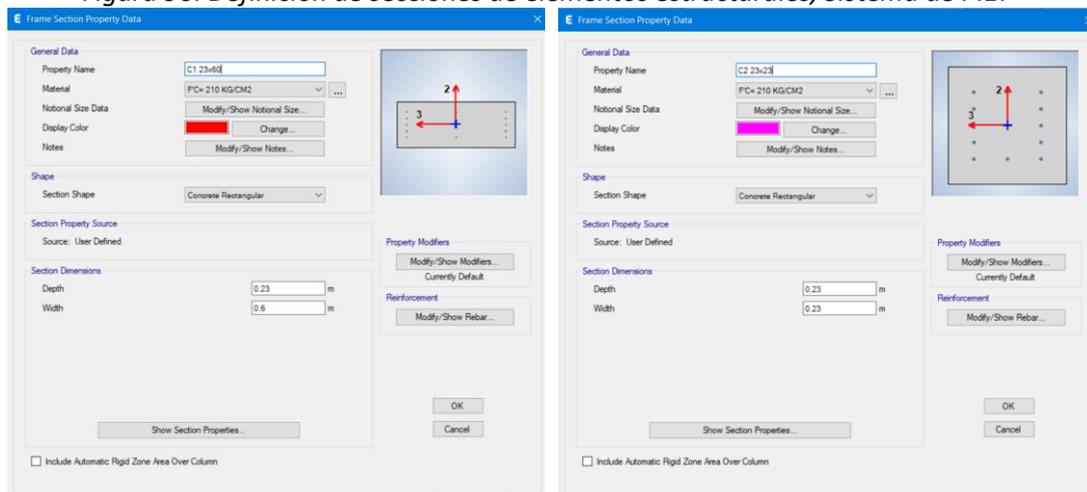
Concreto

Muro Panel de P.E.

Fuente: Elaboración Propia.

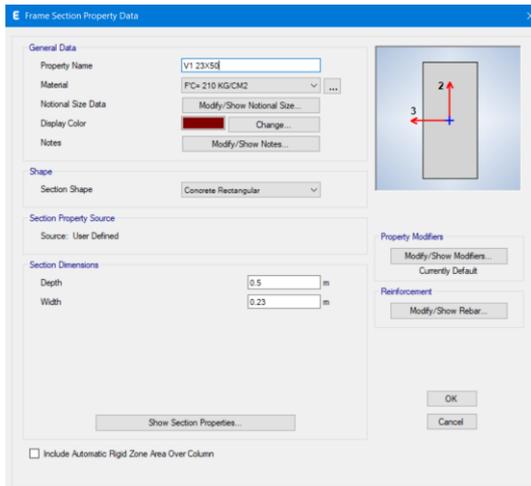
### 3.9.4.3. Definición de Secciones.

Figura 96. Definición de secciones de elementos estructurales, Sistema de P.E.

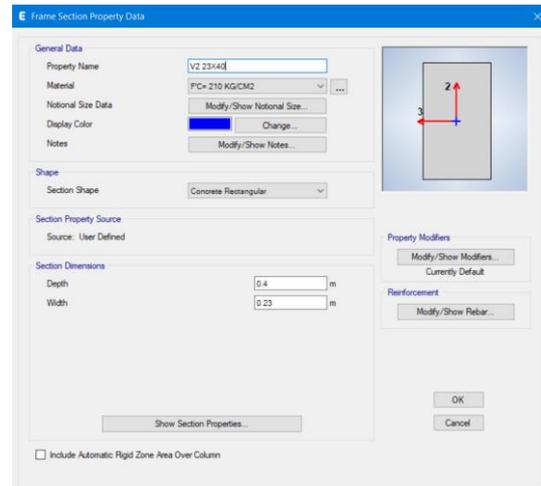


Columna C1

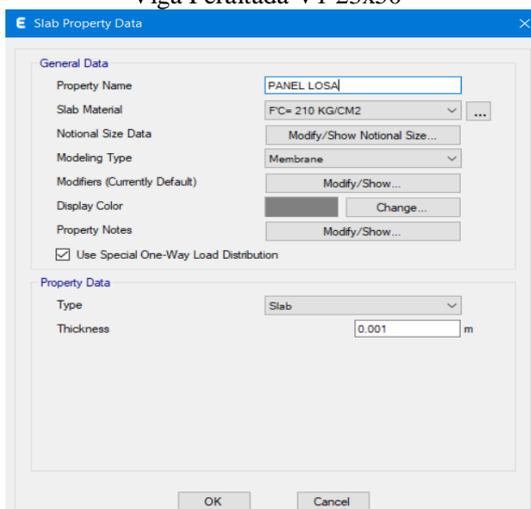
Columna C2



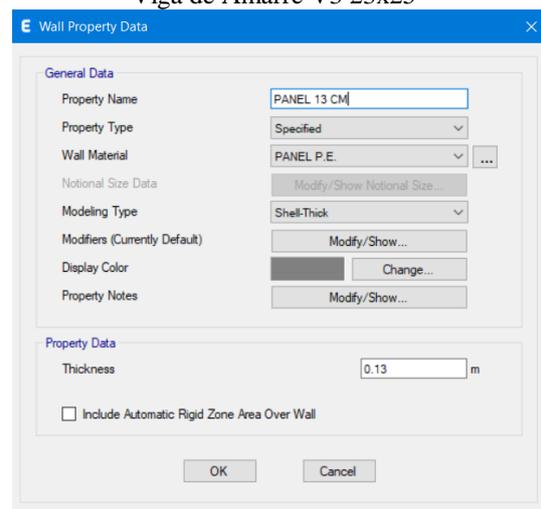
Viga Peraltada V1 23x50



Viga de Amarre V3 23x25



Losa Aligerada e=17 cm



Muro Panel e=13 cm

Fuente: Elaboración Propia.

#### 3.9.4.4. Consideraciones Sísmicas

Las consideraciones adoptadas son los parámetros de sitio, obtenidos en ensayos de laboratorio, establecidos por la Norma Sismorresistente E.030 y Libros e investigaciones anteriores.

**Zonificación:** Zona 3 y factor de zona  $Z = 0.35$ .

**Parámetros del Suelo:** Tipo (S2), el periodo predominante  $T_p$  es de 0.60 seg. y  $T_L=2.0$  seg, y  $S= 1.15$ .

**Factor de amplificación Sísmica:** De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C), según la (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.030], 2018).

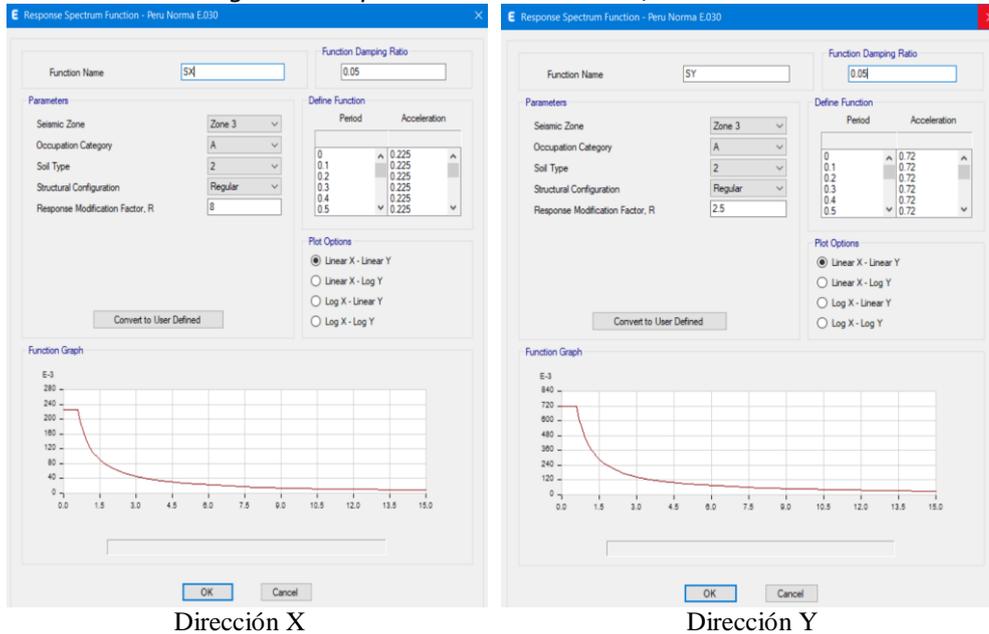
**Categoría de la Edificación:** Categoría A, por la tanto  $U = 1.5$

**Sistemas Estructurales:** En la Dirección Y se tomará este valor  $R_y = 2.5$ , Según (San Bartolome, 2009), para sección compuesta mortero-tecnopor-mortero. Para Sentido X es sistema Aporticado  $R_x = 8$ .

**Aceleración Espectral:**

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Figura 97. Espectro de Aceleraciones, Sistema de P.E.



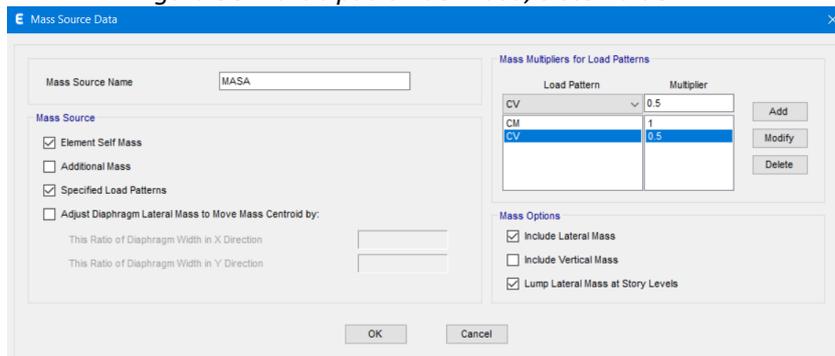
Fuente: Elaboración Propia.

**Desplazamientos Laterales Permisibles:**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe exceder a 0.007 según lo que indica la norma Sismorresistente E.030 para sistema Aporticado; y 0.003 según (San Bartolome, 2009) para sección compuesta con mortero-Tecnopor-mortero.

**3.9.4.5. Participación de Masa:**

Figura 98. Participación de Masa, Sistema de P.E.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.9.4.6. Metrado de Cargas

**Cargas por peso propio:** Son cargas provenientes del peso de los materiales.

- Peso propio elementos de concreto armado = 2400 kg/m<sup>3</sup> Norma E.20
- Peso propio de Muros Panel de poliestireno = 1151.00 kg/m<sup>3</sup> Ficha Técnica
- Peso propio de Panel Losa (h=20) = 197 kg/m<sup>2</sup>

Según (San Bartolome, 2009), Estas losas estuvieron conformadas por un solo panel para techo. Las dimensiones incluyendo el mortero lanzado en la base (3cm de espesor) y al concreto vaciado en la superficie (5cm de espesor) fueron: 119cm de ancho por 254cm de longitud y un espesor de 20cm. El peso de estas losas, incluyendo el mortero y el concreto, fue en promedio 197 kg/m<sup>2</sup> de superficie (pág. 19)

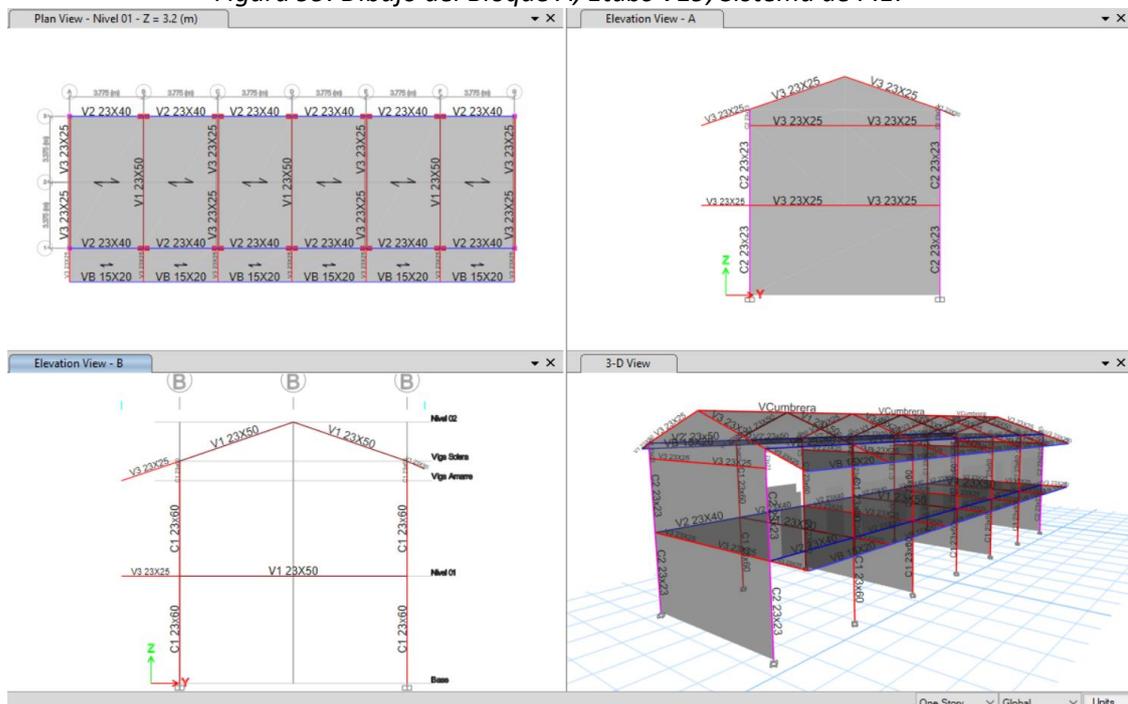
**Cargas vivas:** La edificación es de tipo esencial, se considera el 50% de la carga viva para el análisis sísmico.

- Sobrecarga de Escaleras y Corredores = 400 kg/m<sup>2</sup> Norma E.20
- Sobrecarga de Aulas = 250 kg/m<sup>2</sup> Norma E.20
- Acabados = 100 kg/m<sup>2</sup> Norma E.20

**Cargas por sismo:** Análisis de cargas estáticas o dinámicas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la norma Sismorresistente E.030.

### 3.9.4.7. Modelado del Bloque A, Sistema de Poliestireno Expandido.

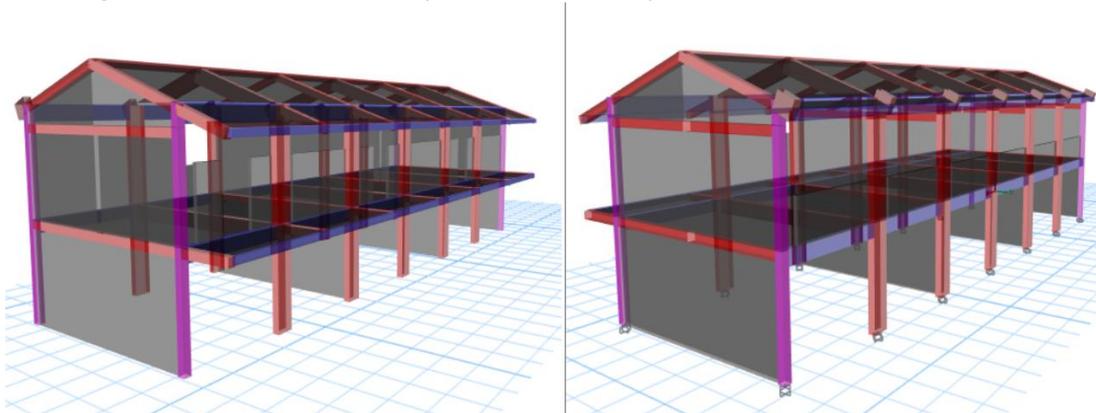
Figura 99. Dibujo del Bloque A, Etabs V19, Sistema de P.E.



Fuente: Elaboración Propia.

Se dibujó el bloque A, bajo el sistema de Poliestireno expandido con malla Electrosoldada, en la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa, se aprecia el sentido de las losas que se apoyan en sentido X a las vigas principales y a las vigas Soleras formando así un sistema Aporticado, mientras que el sentido Y se observa los muros Panel de Poliestireno expandido con malla Electrosoldada revocado con mortero de 3 cm de espesor en ambas caras, haciendo un total de ancho de muro de  $e=13.0$  cm, los parámetros o datos asignados fueron cargados de los resultados de Laboratorio y de investigaciones similares realizadas.

*Figura 100. Vista 3D, Frontal y Posterior del Bloque A, Etabs v19, Sistema de P.E.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

## CAPITULO IV

### 4. Resultados

#### 4.1. Contrastación de hipótesis

##### 4.1.1. Contrastación de la hipótesis general

La hipótesis general plantea cuál de los dos sistemas estructurales, el Sistema Tradicional o el sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada tendrá un mejor comportamiento estructural, al someter a ensayos de compresión Axial y Flexión. Se verifico que la Resistencia a Compresión Axial el sistema tradicional tiene mejor comportamiento respecto al sistema de poliestireno expandido con M.E., mientras que la Resistencia a Flexión el Sistema de Poliestireno Expandido con M.E. tiene mejor comportamiento estructural respecto al sistema tradicional y finalmente en el modelamiento antisísmico ambos sistemas cumplen los rangos permisibles según el R.N.E.

##### 4.1.2. Contrastación de las hipótesis específicas

###### 4.1.2.1. Hipótesis específica 01.

Al comprobar los ensayos a Compresión axial, en ambos sistemas, las muestras de Pila de albañilería y Panel de P.E. a los 7, 14 y 28 días de ensayo, se tiene que las Pilas tienen mayor resistencia a la carga de Compresión Axial respecto al Panel de P.E., según muestra la siguiente tabla.

*Tabla 65. Resultados en laboratorio del ensayo a compresión a los 28 días.*

ENSAYO A COMPRESION AXIAL	Carga Rotura Promedio (KN) 07 Días	Carga Rotura Promedio (KN) 14 Días	Carga Rotura Promedio (KN) 28 Días
Pila de Albañilería	212.2	221.0	<b>269.4</b>
Panel de P.E.	132.8	137.8	<b>171.5</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Notamos los resultados a los 28 días, donde las muestras teóricamente llegan a su máxima resistencia, la diferencia es de  $269.4 - 171.5 = 97.9 \rightarrow \frac{97.9}{269.4} \times 100 = 36.34\%$ , notamos que las Pilas de albañilería son resistentes en un 36.34% más que el panel de P.E.

###### 4.1.2.2. Hipótesis específica 02.

Al comprobar los ensayos a Flexión, en ambos sistemas, las muestras de Pila de albañilería y Panel de P.E. a los 7, 14 y 28 días de ensayo, se tiene que los Paneles de

P.E. tienen mayor resistencia a la carga de Flexión respecto a las Pilas de Albañilería, según muestra la siguiente tabla:

Tabla 66. Resultados en laboratorio del ensayo a Flexión a los 28 días

ENSAYO A FLEXION	Carga Rotura Promedio (KN) 07 Días	Carga Rotura Promedio (KN) 14 Días	Carga Rotura Promedio (KN) 28 Días
Pila de Albañilería	15.1	15.4	<b>16.2</b>
Panel de P.E.	27.7	30.7	<b>33.7</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Notamos los resultados a los 28 días, donde las muestras teóricamente llegan a su máxima resistencia, la diferencia es de  $33.7 - 16.2 = 17.5 \rightarrow \frac{17.5}{33.7} \times 100 = 51.93\%$ , notamos que el Panel de Poliestireno Expandido, es más resistente en un 51.93% más que las Pilas de Albañilería.

#### 4.1.2.3. Hipótesis específica 03.

Al modelar el Bloque A (Aulas) de la Institución educativa de Putaqa en el programa Etabs V19, con los dos sistemas estructurales, el Sistema Tradicional y el Sistema de Panel de Poliestireno expandido con M.E., ambos presentan un comportamiento estructural idóneo y dentro de los rangos aceptables de la Norma Peruana (R.N.E).

## 4.2. Análisis e interpretación

### 4.2.1. Resultados sobre los ensayos a Compresión Axial (F'm), Pilas de Albañilería.

Con los datos obtenidos en Laboratorio, formulas y tablas del RNE. Se proceden a realizar los cálculos, finalmente se mostrarán el resumen de los resultados obtenidos para la Resistencia a Compresión de las Pilas de Albañilería a los 07, 14 y 28 días de edad después de realizado las Muestras.

Tabla 67. Resistencia de la Compresión Axial, Pila de Albañilería, Edad 07 días.

Pila de Albañilería Edad 07 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Esbeltez (H/A)	Factor de Corrección	Carga de Rotura (Kg)	Resist. a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la Compr. Corregida
	LARGO Promedio	ANCHO Promedio	ALTURA Promedio						
M-1	23.01	13.01	30.87	299.25	2.374	0.782	23,473.86	78.44	61.37
M-2	23.03	12.99	30.88	298.98	2.378	0.783	15,183.57	50.78	39.76
M-3	23.10	13.00	30.97	300.18	2.383	0.784	26,267.88	87.51	68.57
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN								Promedio	<b>56.57</b>
DESVIACION ESTANDAR (Ds)								$\sigma$	<b>15.00</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA DE LA ALBAÑILERIA								F'm	<b>41.57</b>
ERROR DE LAS RESISTENCIAS								C.V %	<b>26.51%</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

Tabla 68. Resistencia de la Compresión Axial, Pila de Albañilería, Edad 14 días.

Pila de Albañilería Edad 14 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Esbeltez (H/A)	Factor de Corrección	Carga de Rotura (Kg)	Resist. a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la Compr. Corregida
	LARGO Promedio	ANCHO Promedio	ALTURA Promedio						
M-4	23.02	12.97	30.73	298.57	2.369	0.782	20,679.84	69.26	54.14
M-5	23.02	12.94	30.81	297.76	2.382	0.783	24,697.52	82.94	64.98
M-6	22.99	12.99	30.82	298.53	2.373	0.782	22,240.01	74.50	58.28
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN								Promedio	59.13
DESVIACION ESTANDAR (Ds)								$\sigma$	5.47
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA								F'm	53.66
ERROR DE LAS RESISTENCIAS								C.V %	9.25%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 69. Resistencia de la Compresión Axial, Pila de Albañilería, Edad 28 días.

Pila de Albañilería Edad 28 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Esbeltez (H/A)	Factor de Corrección	Carga de Rotura (Kg)	Resist. a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la Compr. Corregida
	LARGO Promedio	ANCHO Promedio	ALTURA Promedio						
M-7	22.97	12.88	30.77	295.67	2.390	0.785	30,683.25	103.77	81.41
M-8	23.11	12.85	30.85	296.90	2.401	0.786	29,082.30	97.95	77.00
M-9	23.01	12.89	30.73	296.42	2.385	0.784	22,678.48	76.51	59.97
M-10	22.97	12.93	30.83	296.89	2.385	0.784	27,420.16	92.36	72.40
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN								Promedio	72.70
DESVIACION ESTANDAR (Ds)								$\sigma$	9.25
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LA ALBAÑILERÍA								F'm	63.45
ERROR DE LAS RESISTENCIAS								C.V %	12.72%

Fuente: Elaboración Propia.

### Resistencia a la compresión de la Albañilería:

$$\text{Area Neta} = \text{Largo} \times \text{Ancho} = 22.97\text{cm} \times 12.88\text{cm} = 295.67 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esbeltez} = \frac{\text{Altura}}{\text{Ancho}} = \frac{30.77\text{cm}}{12.88} \text{ cm} = 2.39$$

Factor de Corrección, se calcula interpolando la esbeltez.

<b>Esbeltez</b>	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
<b>Factor</b>	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

$$\text{Esbeltez} = 2.39 \rightarrow \text{Factor de Corrección} = 0.785$$

$$f'm = \frac{F}{A} = \frac{30\,683.25}{295.67} = 103.77 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow f'm_{\text{corregida}} = 103.77 \times 0.785 = 81.41 \text{ Kg/cm}^2$$

### Resistencia Característica a la compresión de la Albañilería:

$$f'm_{\text{prom}} = \frac{\sum f'm_{\text{corregida}}}{n} = \frac{81.41 + 77.00 + 59.97 + 72.40}{4} = 72.70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{prom}})^2}{n - 1}} = 9.25 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F'm = 72.70 \frac{Kg}{cm^2} - 9.25 \frac{Kg}{cm^2} = 63.45 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$C.V \% = \frac{\sigma}{f'm_{prom}} \times 100 = \frac{9.25}{72.70} = 12.72\%$$

**Interpretación:**

Según la norma técnica peruana E.070, el resultado nos permite conocer la Resistencia Característica a Compresión Corregida de la Pila de Albañilería a los 28 días de Edad, que dan o arrojan resultados más aptos según la Norma, que resulto **63.45 Kg/cm2**, con un error de 12.72%, no superando a lo establecido por la Norma Peruana, la denominación de ladrillo King Kong Industrial (**f'm=65 Kg/cm2**), ver tabla 7 de la (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006), De esta manera el resultado a los 28 días de ensayo no supera para ladrillo KK Industrial. La esbeltez según la tabla 8 de la (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006), está dentro del rango permisible por la Norma E.070,  $2 < Esbeltez < 5$ .

**4.2.2. Tipos de Falla a la Compresión Axial (F'm), Pilas de Albañilería.**

“El comportamiento y la forma de falla del prisma depende de la interacción ladrillo-mortero. El ladrillo y el mortero por ser materiales diferentes, ante un mismo esfuerzo de compresión se deforman lateralmente de manera distinta” (Morante, 2008)

*Figura 101. Tipos de Falla a Compresión Axial, Pilas de Albañilería.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

Obteniendo así que las pilas tienden a fallar de forma vertical recta y por aplastamiento vertical, como se observa en la figura 100, sin embargo, no llega a colapsar por completo la pila.

#### 4.2.3. Resultados sobre los ensayos a Compresión Axial (F'm), Panel de P.E.

En las siguientes tablas se muestra los datos registrados y obtenidos en el Ensayo a Resistencia a Compresión de Panel de Poliestireno Expandido con Malla Electrosoldada, a los 07, 14 y 28 días de edad, después de realizado las Muestras.

Tabla 70. Resistencia de la Compresión Axial, Panel de PE, Edad 07 días.

PANEL DE P.E. EDAD 07 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Esbeltez (H/A)	Factor de Corrección	Carga de Rotura (Kg)	Resist. a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la Compr. Corregida
	LARGO Promedio	ANCHO Promedio	ALTURA Promedio						
P-1	23.12	13.11	31.07	303.04	2.370	0.782	15,499.68	51.15	39.99
P-2	23.04	13.10	31.18	301.71	2.381	0.783	11,410.62	37.82	29.62
P-3	23.10	13.06	31.14	301.51	2.385	0.784	13,725.38	45.52	35.68
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN								Promedio	<b>35.10</b>
DESVIACION ESTANDAR (Ds)								$\sigma$	<b>5.21</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL PANEL DE P.E.								F'm	<b>29.89</b>
ERROR DE LAS RESISTENCIAS								C.V %	<b>14.83%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 71. Resistencia de la Compresión Axial, Panel de PE, Edad 14 días.

PANEL DE P.E. EDAD 14 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Esbeltez (H/A)	Factor de Corrección	Carga de Rotura (Kg)	Resist. a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la Compr. Corregida
	LARGO Promedio	ANCHO Promedio	ALTURA Promedio						
P-4	23.02	13.03	31.07	299.89	2.384	0.784	15,254.95	50.87	39.87
P-5	23.02	13.11	31.10	301.79	2.372	0.782	13,470.45	44.63	34.91
P-6	23.05	13.14	31.14	302.70	2.370	0.782	13,439.86	44.40	34.71
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN								Promedio	<b>36.50</b>
DESVIACION ESTANDAR (Ds)								$\sigma$	<b>2.92</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL PANEL DE P.E.								F'm	<b>33.58</b>
ERROR DE LAS RESISTENCIAS								C.V %	<b>8.01%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72. Resistencia de la Compresión Axial, Panel de PE, Edad 28 días.

PANEL DE P.E. EDAD 28 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Esbeltez (H/A)	Factor de Corrección	Carga de Rotura (Kg)	Resist. a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. a la Compr. Corregida
	LARGO Promedio	ANCHO Promedio	ALTURA Promedio						
P-7	23.09	13.09	31.19	302.25	2.383	0.784	16,397.03	54.25	42.51
P-8	23.10	13.12	31.13	303.01	2.372	0.782	17,539.12	57.88	45.27
P-9	23.13	13.05	31.14	301.73	2.387	0.784	20,169.98	66.85	52.42
P-10	23.14	13.09	31.11	302.84	2.377	0.783	15,856.58	52.36	40.98
PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN								Promedio	<b>45.30</b>
DESVIACION ESTANDAR (Ds)								$\sigma$	<b>5.07</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA DEL PANEL DE P.E.								F'm	<b>40.23</b>
ERROR DE LAS RESISTENCIAS								C.V %	<b>11.19%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### Resistencia a la compresión del Panel de PE:

$$\text{Area Neta} = \text{Largo} \times \text{Ancho} = 23.09\text{cm} \times 13.09\text{cm} = 302.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esbeltez} = \frac{\text{Altura}}{\text{Ancho}} = \frac{31.19\text{cm}}{13.09 \text{ cm}} = 2.383$$

Factor de Corrección, se calcula interpolando la esbeltez.

<b>Esbeltez</b>	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
<b>Factor</b>	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

$$\text{Esbeltez} = 2.39 \rightarrow \text{Factor de Correccion} = 0.784$$

$$f'm = \frac{F}{A} = \frac{16\,397.03}{302.25} = 54.25 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow f'm_{\text{corregida}} = 54.25 \times 0.784 = \mathbf{42.51 \text{ Kg/cm}^2}$$

### Resistencia Característica a la compresión de la Albañilería:

$$f'm_{\text{prom}} = \frac{\sum f'm_{\text{corregida}}}{n} = \frac{42.51 + 45.27 + 52.42 + 40.98}{4} = 45.30 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{prom}})^2}{n - 1}} = 5.07 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F'm = 45.30 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} - 5.07 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = \mathbf{40.23 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$C.V \% = \frac{\sigma}{f'm_{\text{prom}}} \times 100 = \frac{5.07}{45.30} = 11.19\%$$

### Interpretación:

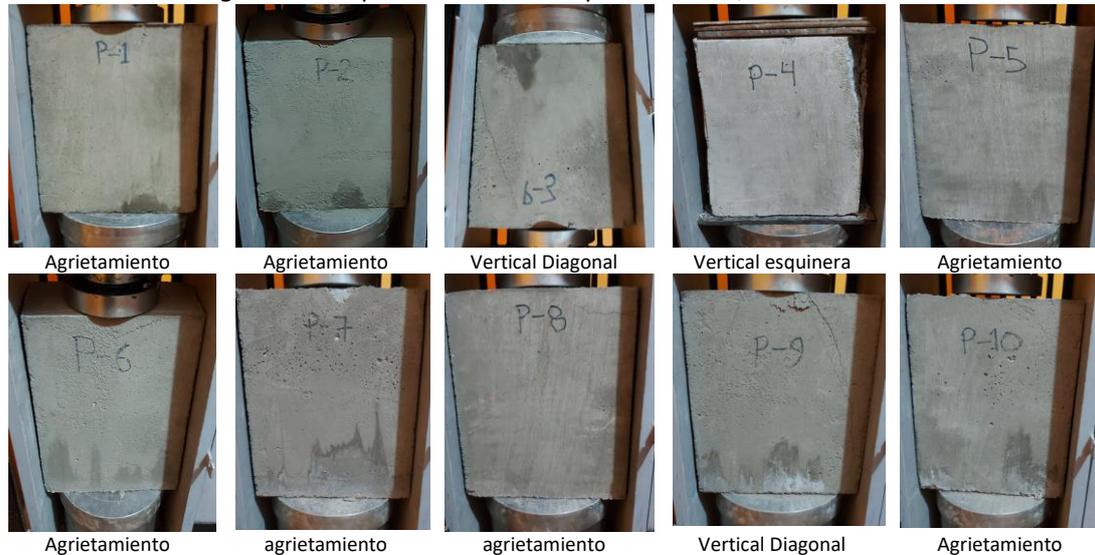
Se observa que el resultado nos permite conocer la Resistencia Característica a Compresión Corregida del Panel de Poliestireno Expandido con Malla Electrosoldada a los 28 días de Edad, que dan o arrojan resultados más exactos, que resultó ser de **40.23 Kg/cm<sup>2</sup>**, con un error de 11.19%, no superando a lo adoptado por la Norma E 0.70, la denominación de ladrillo King Kong Industrial (**f'm=65 Kg/cm<sup>2</sup>**), ver tabla 7 de la (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006), De esta manera el resultado a los 28 días de ensayo nuestro Sistema de Poliestireno, nos da una referencia o está dentro de los límites de ser considerado **Ladrillo King Kong Artesanal (f'm=35 Kg/cm<sup>2</sup>)**.

#### 4.2.4. Tipos de Falla a la Compresión Axial (F'm), Panel de P.E.

El comportamiento y la forma de falla del Panel depende de la densidad del Poliestireno y de la calidad del mortero. El poliestireno y el mortero por ser materiales diferentes,

ante una misma carga de compresión sufren agrietamiento de manera distinta, mas no Rotura ni colapso por la presencia de la Malla Electrosoldada.

Figura 102. Tipos de Falla a Compresión Axial, Panel de P.E.

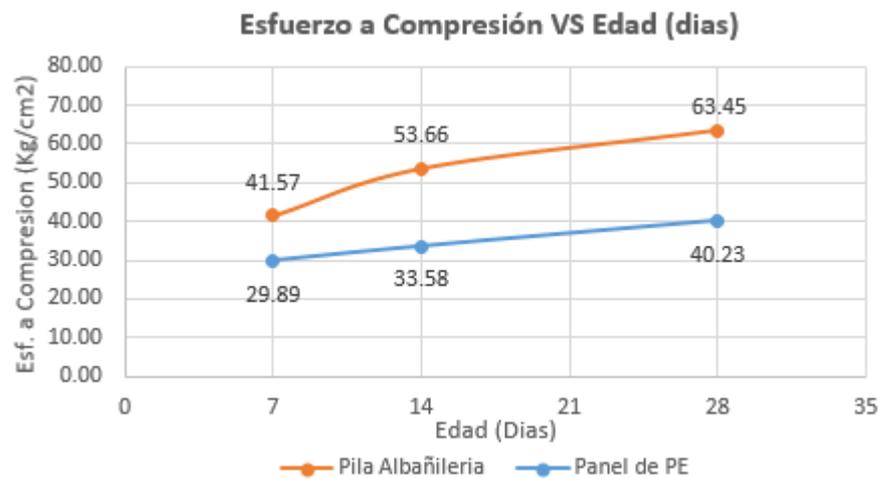


Fuente: Elaboración Propia.

Obteniendo así que los Paneles tienden a fallar por Agrietamiento y vertical Diagonal, como se observa en la figura 101, sin embargo, no llega a sufrir grandes daños.

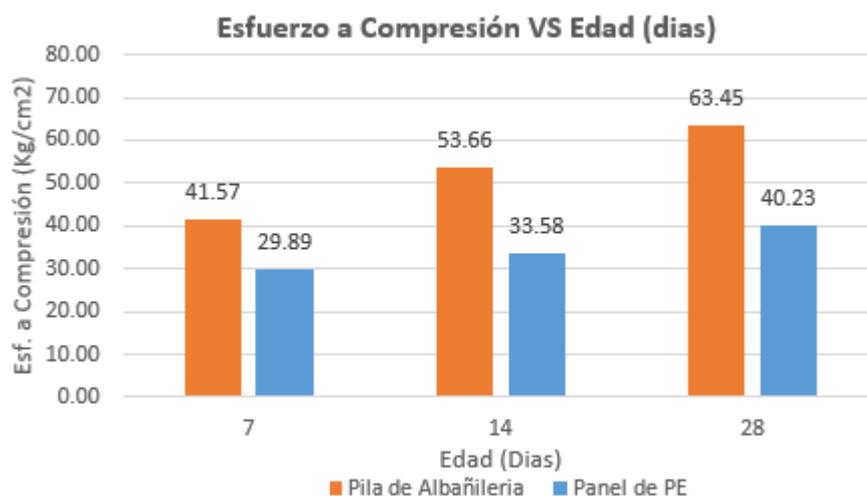
#### 4.2.5. Comparativo de los Resultados a Compresión Axial.

Figura 103. Curva Comparativa de Resultado del Ensayo a Compresión Axial



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 104. Grafico Comparativo de Resultado del Ensayo a Compresión Axial



Fuente: Elaboración Propia.

### Interpretación:

Se observa los gráficos Esfuerzo de compresión vs Edad (días), la resistencia a compresión corregida en comparación con ambas muestras las Pilas de Albañilería y Panel de P.E. ensayados a los 07, 14 y 28 días.

Las pilas de albañilería tienden a aumentar de 41.57 kg/cm<sup>2</sup>, 53.66 kg/cm<sup>2</sup> y 63.45 kg/cm<sup>2</sup>, a los 07, 14 y 28 días respectivamente, originándose una curva notablemente creciente, el resultado más óptimo viene a ser a los 28 días que es **f'm=63.45 Kg/cm<sup>2</sup>**, En la norma E.070 nos indica un f'm= 65 Kg/cm<sup>2</sup> para Ladrillo KK Industrial, por lo nuestro resultado alcanza a un 97.62% del valor teórico, siendo menor que el Normado por el RNE.

Los Paneles de Poliestireno Expandido también tienden a aumentar a los 7, 14 y 28 días, que son 29.89 kg/cm<sup>2</sup>, 33.58 kg/cm<sup>2</sup> y 40.23 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, originándose una curva ligeramente creciente, el resultado más óptimo será a los 28 días de ensayo **f'm= 40.23 Kg/cm<sup>2</sup>**, a referencia de la Norma E.070 para ladrillo KK Industrial f'm= 65 Kg/cm<sup>2</sup>, el Valor teórico resulta 61.89% siendo mucho menor que el Normado por el RNE.

Por consiguiente, el sistema tradicional de albañilería confinada estaría cumpliendo ligeramente con un 97.62% con la Norma E.070, alcanzando la denominación Ladrillo KK Industrial (f'm=65 Kg/cm<sup>2</sup>), considerando finalmente para la presente investigación como un **Ladrillo KK industrial**.

Mientras que el sistema de Poliestireno Expandido con Malla Electrosoldada no estaría cumpliendo con un 61.89% con la Norma E.070 con la denominación Ladrillo KK Industrial ( $f'm=65 \text{ Kg/cm}^2$ ).

Se concluye que las Pilas de albañilería tienen mayor resistencia a compresión respecto al Panel de Poliestireno Expandido con malla Electrosoldada.

#### 4.2.6. Resultados sobre los ensayos a Flexión ( $f't$ ), Pilas de Albañilería.

En las siguientes tablas se muestra los datos registrados y obtenidos en el Ensayo a Flexión de las Pilas de Albañilería a los 07, 14 y 28 días de edad, después de realizado las Muestras, donde se aplica una carga al centro de la luz de la Pila Horizontal.

Tabla 73. Resistencia a Flexión, Pila de Albañilería, Edad 07 días.

PILA DE ALBAÑILERIA EDAD 07 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	Distancia Entre Apoyos (L)	Carga de Rotura (F) (Kg)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Ancho (b) Promedio	Espesor (d) Promedio	Largo Promedio				
M-1	22.98	12.83	41.40	951.17	30.00	1,274.65	15.18
M-2	23.18	12.78	40.73	943.80	30.00	1,437.80	17.11
M-3	23.05	12.83	41.30	951.97	30.00	1,906.87	22.63
<b>PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN</b>							<b>18.31</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 74. Resistencia a Flexión, Pila de Albañilería, Edad 14 días.

PILA DE ALBAÑILERIA EDAD 14 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Distancia Entre Apoyos (L)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Ancho (b) Promedio	Espesor (d) Promedio	Largo Promedio				
M-4	23.00	12.83	41.48	295.01	30.00	1,233.86	14.68
M-5	23.05	12.73	41.38	293.31	30.00	1,549.97	18.69
M-6	23.08	12.88	40.85	297.09	30.00	1,917.07	22.55
<b>PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN</b>							<b>18.64</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 75. Resistencia a Flexión, Pila de Albañilería, Edad 28 días.

PILA DE ALBAÑILERIA EDAD 28 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Distancia Entre Apoyos (L)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Ancho (b) Promedio	Espesor (d) Promedio	Largo Promedio				
M-7	23.18	12.93	41.53	299.54	30.00	1,804.90	20.98
M-8	23.08	12.95	40.83	298.82	30.00	1,315.43	15.30
M-9	23.03	12.88	41.15	296.45	30.00	1,682.53	19.84
M-10	23.13	12.83	41.30	296.58	30.00	1,794.70	21.23
<b>PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN</b>							<b>19.34</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### Resistencia a la Flexión de la Pila de albañilería:

$$F't = \frac{3xFxL}{2xbxd^2} = \frac{3x1\ 804.90x30}{2x23.18x12.93^2} = 20.98 \frac{Kg}{cm^2}$$

### Promedio de Resistencia Característica a Flexión de la Albañilería:

$$F't_{prom} = \frac{\sum F't}{n} = \frac{20.98 + 15.30 + 19.84 + 21.23}{4} = 19.34 \text{ Kg/cm}^2$$

### Interpretación:

Se observa los datos y resultados al someter las Pilas de Albañilería a Ensayo a Flexión, a los 07, 14 y 28 días respectivamente, donde el más aceptable es a los 28 días resulta un esfuerzo a Flexión de  $f't = 19.34 \text{ Kg/cm}^2$

### 4.2.7. Tipos de Falla a la Flexión (F't), Pilas de Albañilería.

Se aprecia las diferentes fallas al aplicar la carga al centro de la luz de la pila Horizontal y este genera un corte (Rotura) en la junta del ladrillo, esto se debe a que la muestra no cuenta con un refuerzo como acero o concreto en sus ambas caras.

Figura 105. Tipos de Falla a Flexión, Pila de albañilería.



Falla 1: Rotura central

Falla 2: Rotura a 1/3 de Longitud

Fuente: Elaboración Propia.

La falla se origina con una mínima carga aplicada, se genera rotura en la parte central de la luz y a 1/3 partes de la luz.

### 4.2.8. Resultados sobre los ensayos a Flexión (F't), Panel de P.E.

Tabla 76. Resistencia a Flexión, Panel de P.E., Edad 07 días.

PANEL DE P.E. EDAD 07 días	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	Distancia Entre Apoyos (L)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Ancho (b) Promedio	Espesor (d)	Largo Promedio				
P-1	23.55	12.98	41.08	967.32	30.00	2,528.90	28.70
P-2	23.58	12.85	41.13	969.52	30.00	2,783.82	32.18
P-3	23.55	12.83	41.13	968.49	30.00	3,171.32	36.84
<b>PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN</b>							<b>32.58</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77. Resistencia a Flexión, Panel de P.E., Edad 14 días.

PANEL DE P.E. EDAD 14 días	LARGO	ANCHO	ALTURA	AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Distancia Entre Apoyos (L)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Promedio	Promedio	Promedio				
P-4	23.50	12.98	41.38	972.31	30.00	2,692.05	30.62
P-5	23.65	12.63	41.38	978.52	30.00	3,518.02	42.00
P-6	23.63	12.75	41.38	977.48	30.00	3,191.71	37.40
<b>PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN</b>							<b>36.67</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 78. Resistencia a Flexión, Panel de P.E., Edad 28 días.

PANEL DE P.E. EDAD 28 días	LARGO	ANCHO	ALTURA	AREA NETA (cm <sup>2</sup> ) LxA	Distancia Entre Apoyos (L)	Carga de Rotura (Kg)	Resistencia a la Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Promedio	Promedio	Promedio				
P-7	23.58	13.10	41.38	975.42	30.00	3,864.72	42.99
P-8	23.45	13.00	40.95	960.28	30.00	3,711.77	42.15
P-9	23.08	13.23	41.78	963.96	30.00	2,977.57	33.20
P-10	23.45	12.95	41.08	963.21	30.00	3,273.29	37.46
<b>PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN</b>							<b>38.95</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### Resistencia a la Flexión del Panel de P.E.:

$$F't = \frac{3xFxL}{2xbxd^2} = \frac{3 \times 3\,864.72 \times 30}{2 \times 23.58 \times 13.10^2} = 42.99 \frac{Kg}{cm^2}$$

#### Promedio de Resistencia Característica a Flexión del Panel de P.E.:

$$F't_{prom} = \frac{\sum F't}{n} = \frac{42.99 + 42.15 + 33.20 + 37.46}{4} = 38.95 \text{ Kg/cm}^2$$

#### Interpretación:

Se observa los datos y resultados al someter los paneles de poliestireno expandido con malla Electrosoldada, a Ensayo a Flexión, a los 07, 14 y 28 días respectivamente, donde el más aceptable es a los 28 días donde resulta un esfuerzo a Flexión de  $f't = 38.95 \text{ Kg/cm}^2$

#### 4.2.9. Tipos de Falla a la Flexión (F't), Panel de P.E.

A continuación, se muestra el comportamiento que tiene el panel de poliestireno expandido con malla Electrosoldada al Aplicar una carga al centro de la luz, se aprecia las falla tipo Agrietamiento o fisuras mínimas, ya que las muestras cuentan con Refuerzo de malla Electrosoldada, que ofrece mayor resistencia a flexión.

Figura 106. Tipos de Falla a Flexión, Panel de P.E.



Falla 1: Agrietamiento Horizontal

Falla 2: Agrietamiento Diagonal

Fuente: Elaboración Propia.

Los tipos de falla que se generan al aplicar una carga al centro de la luz son un agrietamiento Horizontal y agrietamiento Diagonal, en algunas muestras se generaron fisuras mínimas no visibles.

#### 4.2.10. Comparativo de los Resultados a Ensayo de Flexión.

Figura 107. Curva Comparativa de Resultado del Ensayo a Flexión.

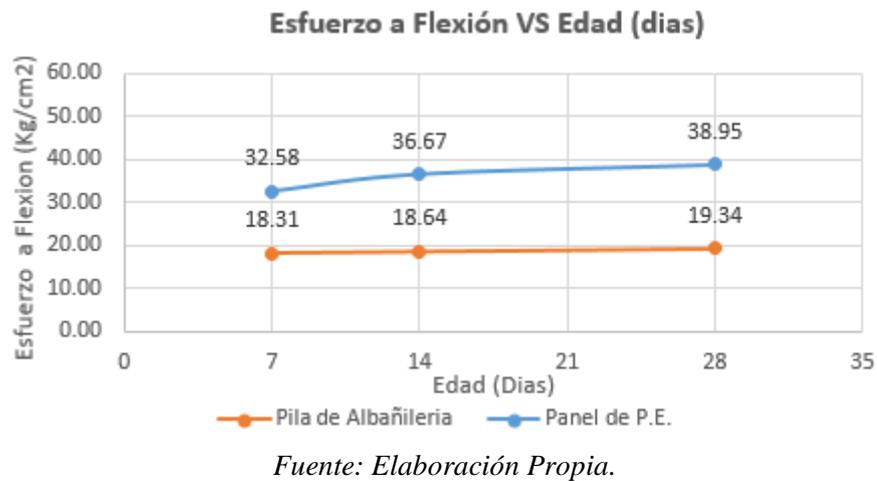
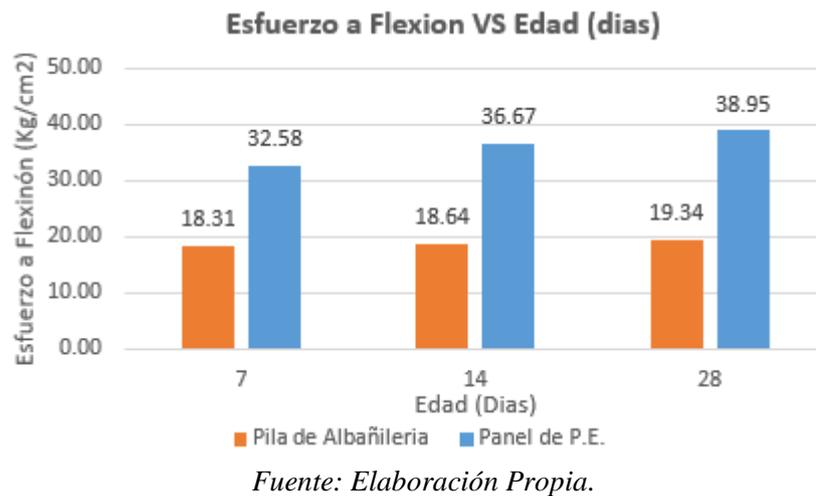


Figura 108. Grafico Comparativa de Resultado del Ensayo a Flexión.



### Interpretación:

Se observa los gráficos Esfuerzo de Flexión vs Edad (días), la resistencia a Flexión en comparación con ambas muestras las Pilas de Albañilería y Panel de P.E. ensayados a los 07, 14 y 28 días.

Las pilas de albañilería tienden a aumentar de 18.31 kg/cm<sup>2</sup>, 18.64 kg/cm<sup>2</sup> y 19.34 kg/cm<sup>2</sup>, a los 07, 14 y 28 días d ensayo respectivamente, originándose una curva ligeramente creciente, el resultado más óptimo viene a ser a los 28 días que es **f't=19.34 Kg/cm<sup>2</sup>**.

Los Paneles de Poliestireno Expandido también tienden a aumentar a los 7, 14 y 28 días de ensayo, que son 32.58 kg/cm<sup>2</sup>, 36.67 kg/cm<sup>2</sup> y 38.95 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, originándose una curva notablemente creciente, el resultado más óptimo será a los 28 días de ensayo **f't= 38.95 Kg/cm<sup>2</sup>**.

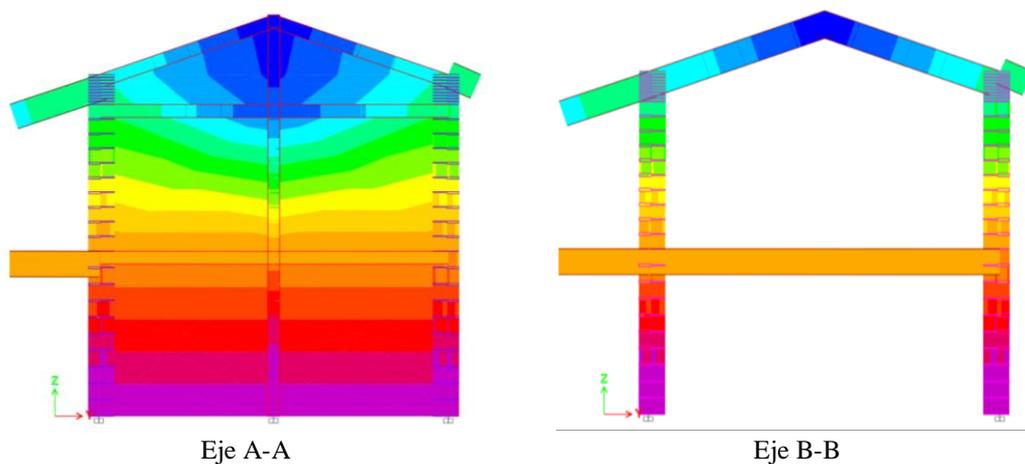
Por consiguiente, se verifica que hay una diferencia de **50.35%** entre el sistema de Pilas de Albañilería con el Panel de Poliestireno Expandido en la resistencia a Flexión, esto porque la pila de albañilería no tiene ningún tipo de refuerzo o adherencia de concreto en sus caras, mientras el Panel de P.E. tiene refuerzo de malla Electrosoldada con mortero, esto hizo que tenga mayor resistencia.

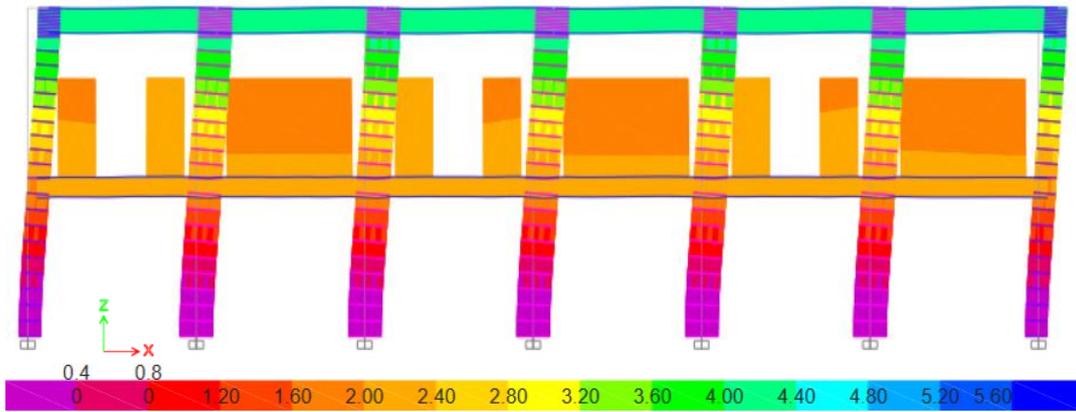
Entonces se concluye que al someter a ensayos a flexión el Panel de poliestireno expandido con Malla Electrosoldada tiene mayor Resistencia respecto a las Pilas de Albañilería.

## 4.2.11. Resultados del análisis antisísmico del Sistema Tradicional

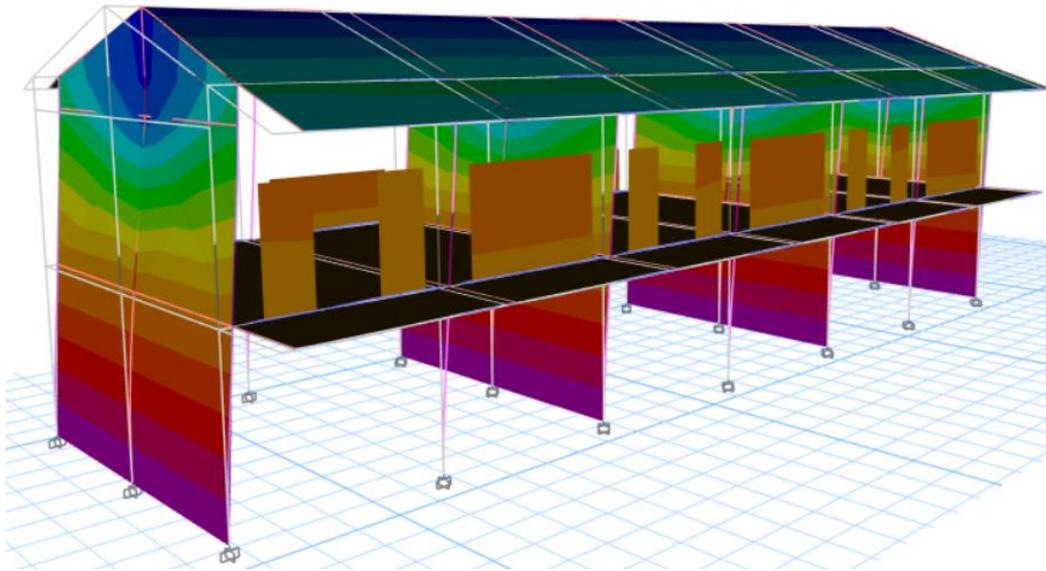
### 4.2.11.1. Desplazamiento de la estructura por Sismo X-X.

Figura 109. Desplazamiento del Bloque A, Sistema tradicional, Sismo en X.





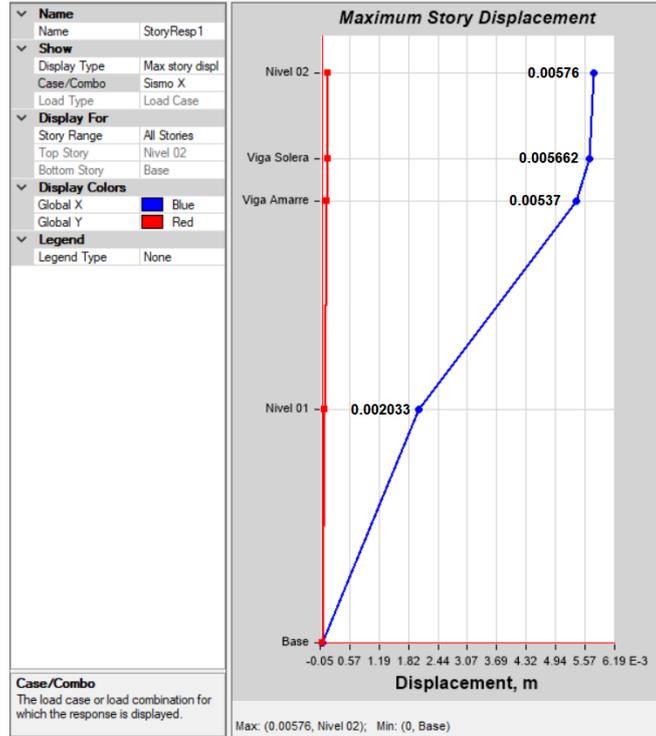
Eje 1-1



Vista 3D

*Fuente: Elaboración Propia.*

Figura 110. Máximos Desplazamientos, S.T., Sismo en X.



Fuente: Elaboración Propia.

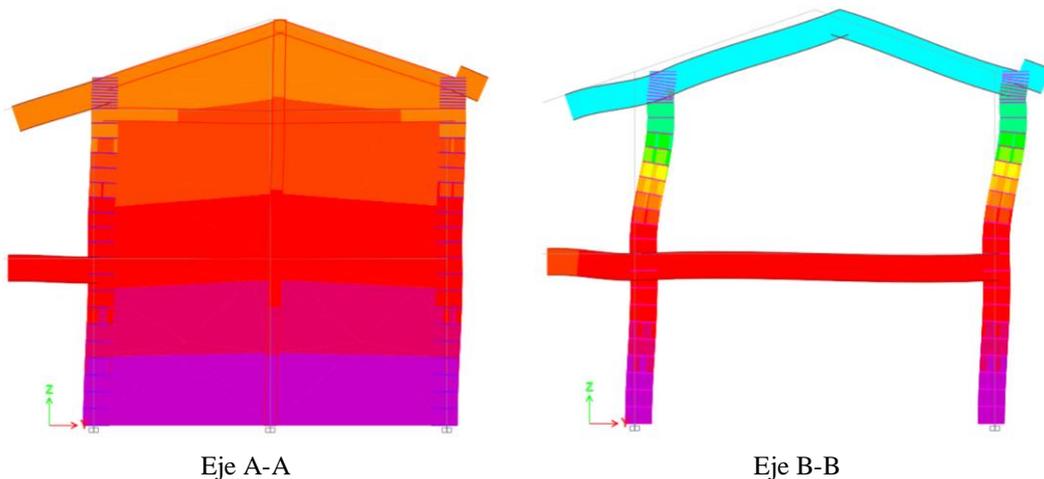
Tabla 79. Máximos Desplazamientos por Nivel, S.T., Sismo X.

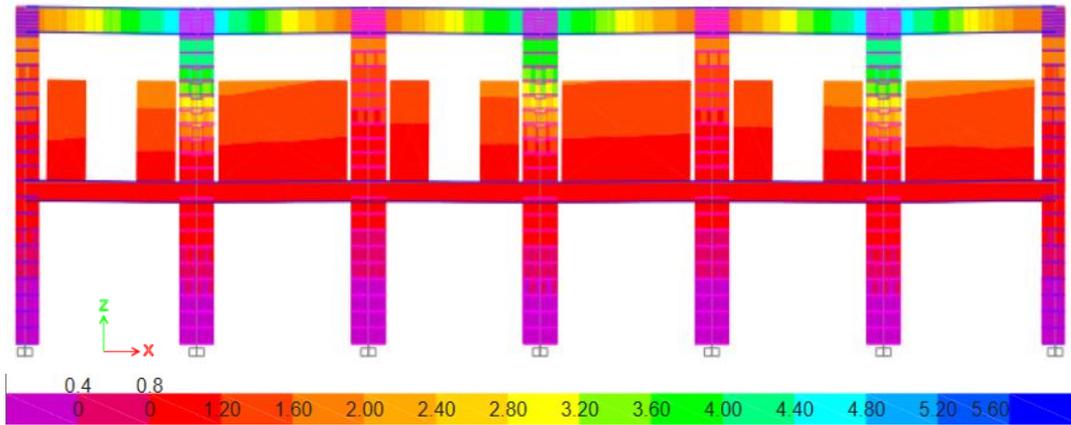
TABLE: Joint Displacements									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
				m	m	m	rad	rad	rad
Nivel 02	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.005760	0.000065	0.000052	0.000005	0.000233	0.000031
Viga Solera	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.005662	0.000059	0.000048	0.000005	0.000373	0.000027
Viga Amarre	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.005370	0.000056	0.000046	0.000005	0.000712	0.000026
Nivel 01	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.002033	0.000035	0.000091	0.000022	0.000482	0.000003
Base	Sismo X	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

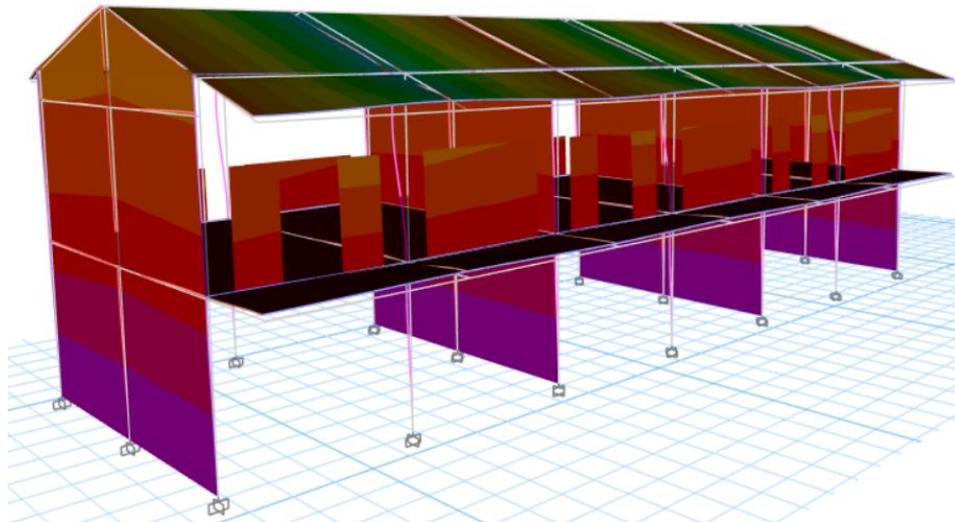
#### 4.2.11.2. Desplazamiento de la estructura por Sismo Y-Y.

Figura 111. Desplazamiento del Bloque A, Sistema tradicional, Sismo en Y.





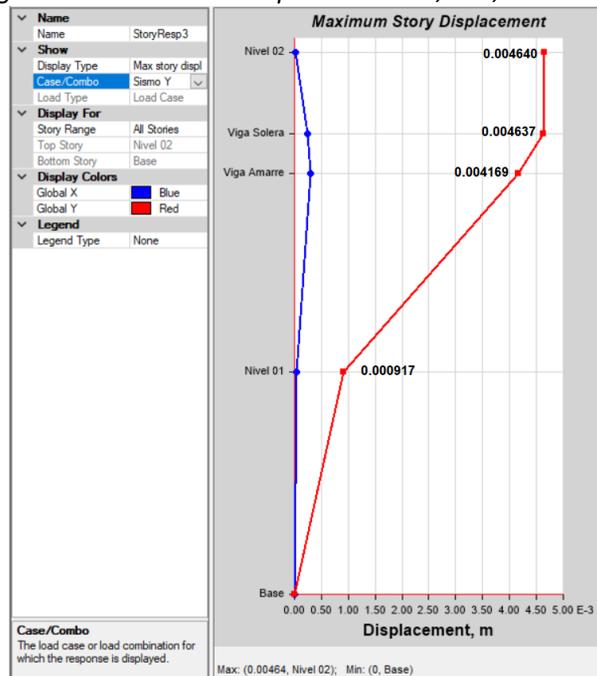
Eje 1-1



Vista 3D, Desplazamiento por Sismo Y-Y

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 112. Máximos Desplazamientos, S.T., Sismo en Y.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 80. Máximos Desplazamientos por Nivel, S.T., Sismo Y.

TABLE: Joint Displacements									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
				m	m	m	rad	rad	rad
Nivel 02	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000024	0.004640	0.000046	0.000521	0.000003	0.000058
Viga Solera	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000052	0.004637	0.000024	0.000945	0.00001	0.000038
Viga Amarre	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000196	0.004169	0.001434	0.000745	0.000048	0.000124
Nivel 01	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000021	0.000917	0.000346	0.000213	0.000022	0.000004
Base	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0

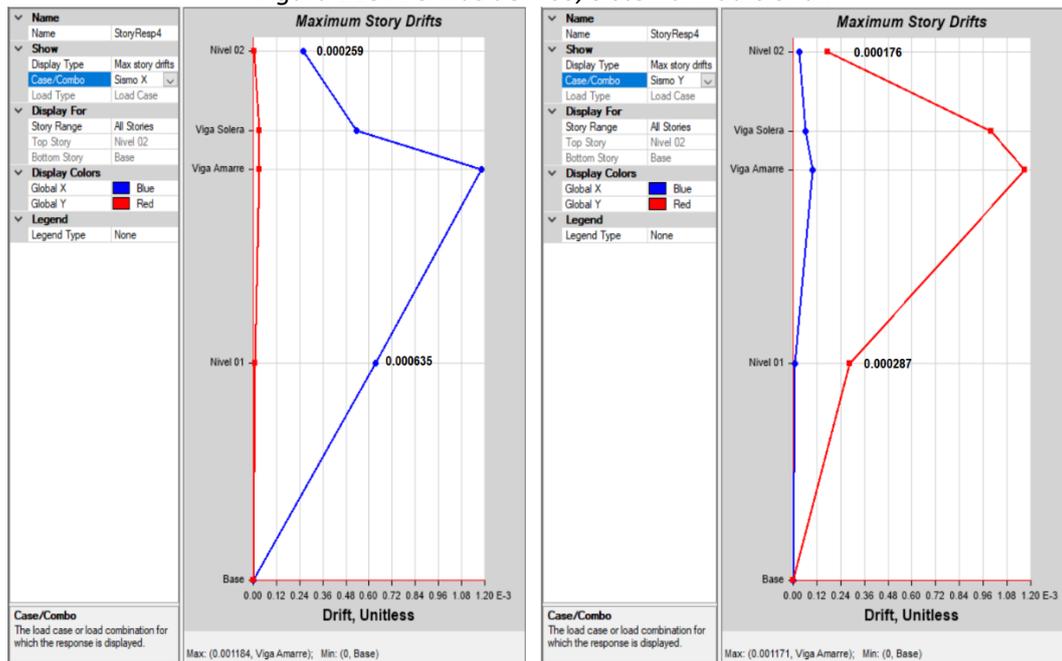
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.11.3. Control Normativo de los desplazamientos laterales

De los desplazamientos calculados se obtiene los límites de distorsión de entrepiso, restando los desplazamientos del piso superior al piso inferior (Pisos consecutivos) y dividiendo entre la altura del piso respectivo.

Al obtener los desplazamientos laterales permisibles, según la Norma E.030 artículo 31 indica para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75R, los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

Figura 113. Derivas de Piso, Sistema Tradicional.



Max. Deriva X

Max. Deriva Y

Fuente: Elaboración Propia.

### A) Dirección X-X (R=8)

Tabla 81. Deriva elástica de Piso, Sistema Tradicional, Software Etabs, Sismo X.

TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
							m	m	m
Nivel 02	Sismo X	LinRespSpec	Max	X	0.000259	19	27.825	4.225	7.8
Nivel 01	Sismo X	LinRespSpec	Max	X	0.000635	15	5.175	0.85	3.2

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Max Story Drift elastico} = 0.000259$$

$$\text{Max Story Drift inelastico} = 0.75 \times R \times \text{Max Story Drift elastico}$$

$$\text{Max Story Drift inelastico} = 0.75 \times 8 \times 0.000259$$

$$\text{Max Story Drift inelastico} = 0.001554$$

Tabla 82. Deriva Inelástica de Piso, Sistema Tradicional, Sismo X.

Nivel	ALTURA (m)	Deriva Elastica (Story Drift)	Deriva Inelastica (0.75xRxΔelastico)	Deriva maximo de piso N E.070	VERIFICACIÓN
2	7.80	0.000259	0.001554	0.0070	CUMPLE
1	3.20	0.000635	0.003810	0.0070	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

### B) Dirección Y-Y (R=3)

Tabla 83. Deriva elástica de Piso, Sistema Tradicional, Software Etabs, Sismo Y.

TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
							m	m	m
Nivel 02	Sismo Y	LinRespSpec	Max	Y	0.000176	16	5.175	4.225	7.8
Nivel 01	Sismo Y	LinRespSpec	Max	Y	0.000287	19	27.825	4.225	3.2

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Max Story Drift elastico} = 0.000176$$

$$\text{Max Story Drift inelastico} = 0.75 \times R \times \text{Max Story Drift elastico}$$

$$\text{Max Story Drift inelastico} = 0.75 \times 3 \times 0.000176$$

$$\text{Max Story Drift inelastico} = 0.000396$$

Tabla 84. Deriva Inelástica de Piso, Sistema Tradicional, Sismo Y.

Nivel	ALTURA (m)	Deriva Elastica (Story Drift)	Deriva Inelastica (0.75xRxΔelastico)	Deriva maximo de piso N E.070	VERIFICACIÓN
2	7.80	0.000176	0.000396	0.0050	CUMPLE
1	3.20	0.000287	0.000646	0.0050	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.11.4. Peso de la Edificación Sistema Tradicional

Tabla 85. Reacciones CM en Apoyos del Bloque A, Sistema Tradicional.

TABLE: Joint Reactions							
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX	FY	FZ
					tonf	tonf	tonf
Base	1	41	CM	LinStatic	-0.0546	0.7411	23.5712
Base	2	11	CM	LinStatic	-0.0206	-1.4617	17.9619
Base	3	16	CM	LinStatic	-0.0034	-1.3155	18.9596
Base	4	21	CM	LinStatic	-0.0028	-1.467	17.7466
Base	5	26	CM	LinStatic	-0.0022	-1.3118	18.9531
Base	6	31	CM	LinStatic	0.015	-1.4614	17.9602
Base	7	46	CM	LinStatic	0.0139	1.6713	27.3428
Base	8	51	CM	LinStatic	-0.0131	0.7553	23.2582
Base	10	71	CM	LinStatic	0.0342	0.7413	23.5922
Base	11	66	CM	LinStatic	0.0127	1.675	27.35
Base	12	76	CM	LinStatic	-0.0855	1.449	14.5545
Base	13	81	CM	LinStatic	-0.0723	-1.0034	9.848
Base	14	86	CM	LinStatic	0.0698	-1.0081	9.8731
Base	15	91	CM	LinStatic	0.109	1.4456	14.3587
Base	16	96	CM	LinStatic	-0.0168	0.0179	17.5271
Base	17	101	CM	LinStatic	0.0001	0.2658	17.0564
Base	18	106	CM	LinStatic	-0.0002	0.2716	17.0565
Base	19	116	CM	LinStatic	0.0167	-0.0048	17.6044
<b>PESO ESTRUCTURA SISTEMA TRADICIONAL, CARGA MUERTA</b>							<b>334.5745</b>

Fuente: Software ETABS.

Tabla 86. Reacciones CV en Apoyos del Bloque A, Sistema Tradicional.

TABLE: Joint Reactions							
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX	FY	FZ
					tonf	tonf	tonf
Base	1	41	CV	LinStatic	-0.0062	0.3949	7.707
Base	2	11	CV	LinStatic	0.0023	-0.9542	4.4926
Base	3	16	CV	LinStatic	0.0017	-0.2391	2.4979
Base	4	21	CV	LinStatic	0.0015	-0.9536	4.4864
Base	5	26	CV	LinStatic	0.0012	-0.2386	2.4972
Base	6	31	CV	LinStatic	0.0005	-0.9541	4.4923
Base	7	46	CV	LinStatic	-0.0018	0.4277	7.1307
Base	8	51	CV	LinStatic	-0.0027	0.3951	7.6791
Base	10	71	CV	LinStatic	0.0022	0.395	7.7105
Base	11	66	CV	LinStatic	-0.001	0.4282	7.1312
Base	12	76	CV	LinStatic	-0.0025	0.3341	3.1586
Base	13	81	CV	LinStatic	-0.0043	-0.0289	0.7201
Base	14	86	CV	LinStatic	0.0056	-0.0302	0.7232
Base	15	91	CV	LinStatic	0.0033	0.3327	3.156
Base	16	96	CV	LinStatic	-0.0016	0.1106	2.5745
Base	17	101	CV	LinStatic	0.0001	0.2337	3.3603
Base	18	106	CV	LinStatic	-1.741E-05	0.2344	3.3603
Base	19	116	CV	LinStatic	0.0017	0.1123	2.5742
<b>PESO ESTRUCTURA SISTEMA TRADICIONAL, CARGA VIVA</b>							<b>75.4521</b>

Fuente: Software ETABS.

$$W = 100\% (CM) + 50\% (CV)$$

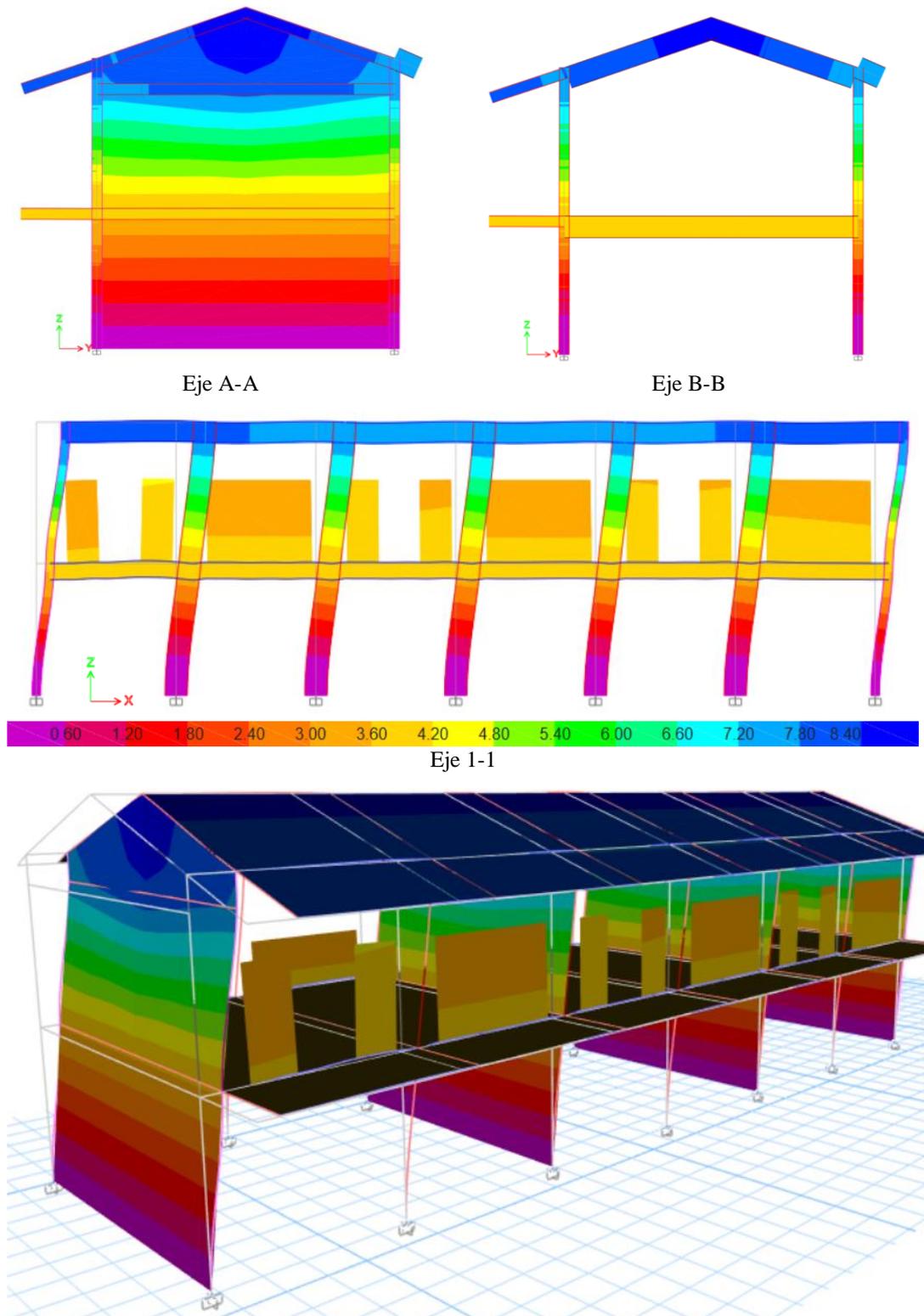
$$W = 100\% (334.57) + 50\% (75.45)$$

$$W = 372.30 \text{ Ton}$$

## 4.2.12. Resultados del análisis antisísmico del Sistema Panel de P.E.

### 4.2.12.1. Desplazamiento de la estructura por Sismo X-X.

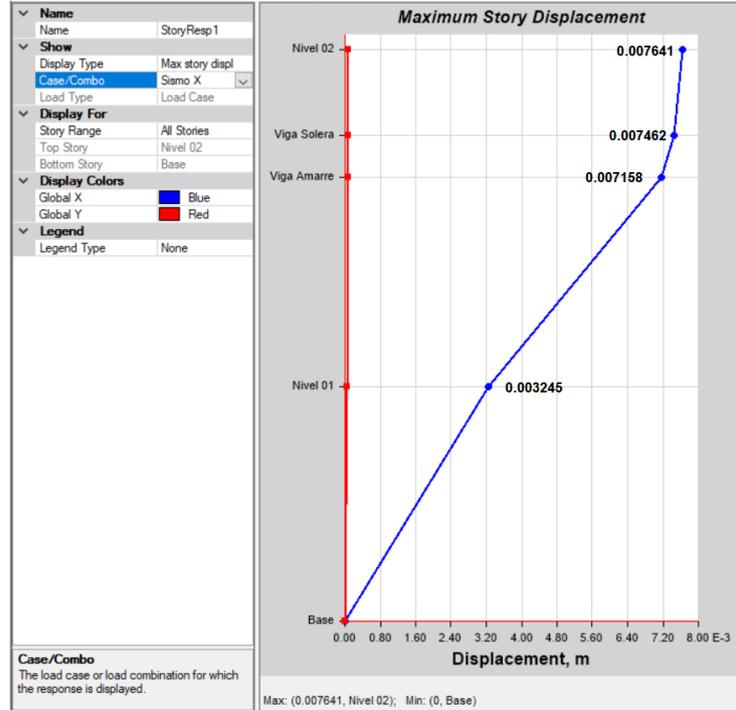
Figura 114. Desplazamiento del Bloque A, Sistema de P.E., Sismo en X.



Vista 3D, Desplazamiento por Sismo X-X

Fuente: Software ETABS.

Figura 115. Máximos Desplazamientos, S. de P.E., Sismo en X.



Fuente: Software ETABS.

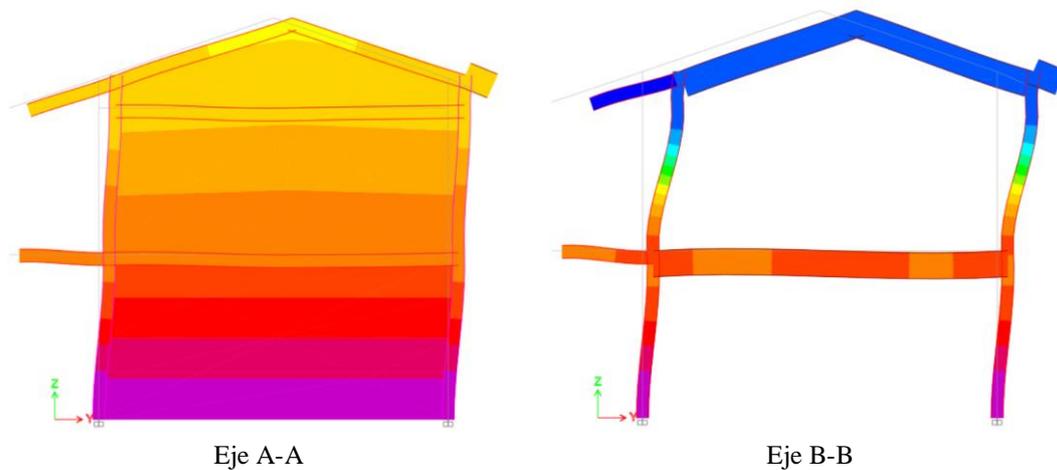
Tabla 87. Máximos Desplazamientos por Nivel, S. de P.E., Sismo X.

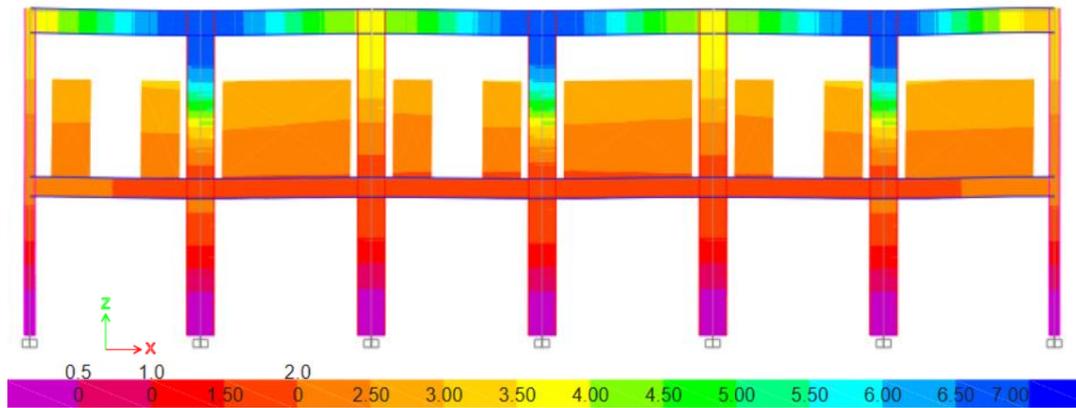
TABLE: Joint Displacements									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Ux m	Uy m	Uz m	Rx rad	Ry rad	Rz rad
Nivel 02	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.007641	0.000066	0.000065	0.000003	0.000089	0.000014
Viga Solera	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.007462	0.000061	0.000006	0.000003	0.00031	0.000022
Viga Amarre	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.007158	0.000053	0.000061	0.000004	0.000827	0.000017
Nivel 01	Sismo X	LinRespSpec	Max	0.003245	0.000042	0.000088	0.000005	0.000027	0.000004
Base	Sismo X	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0

Fuente: Software ETABS.

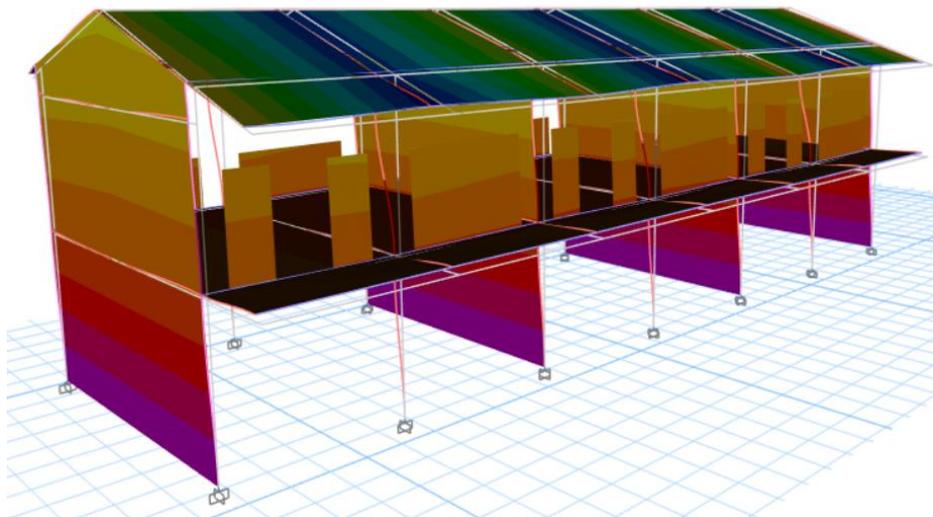
#### 4.2.12.2. Desplazamiento de la estructura por Sismo Y-Y.

Figura 116. Desplazamiento del Bloque A, Sistema de P.E., Sismo en Y.





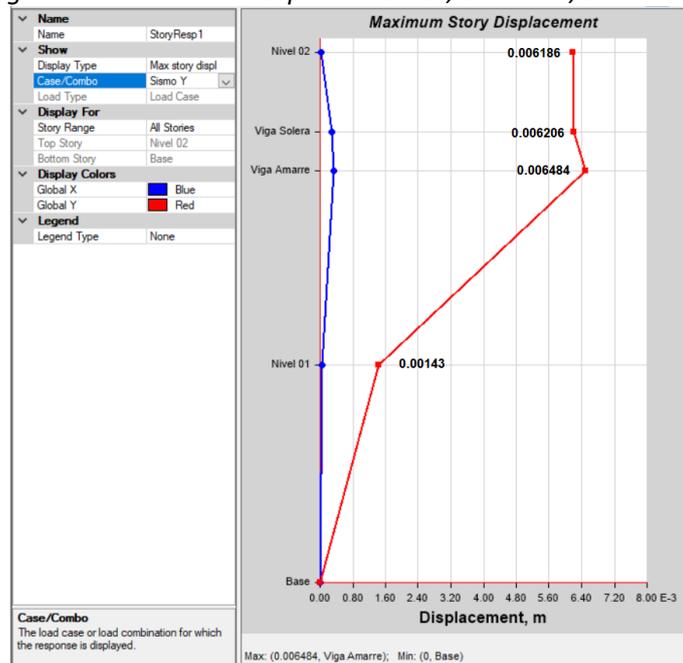
Eje 1-1



Vista 3D, Desplazamiento por Sismo Y-Y

Fuente: Software ETABS.

Figura 117. Máximos Desplazamientos, S. de P.E., Sismo en Y.



Fuente: Software ETABS.

Tabla 88. Máximos Desplazamientos por Nivel, S. de P.E., Sismo Y.

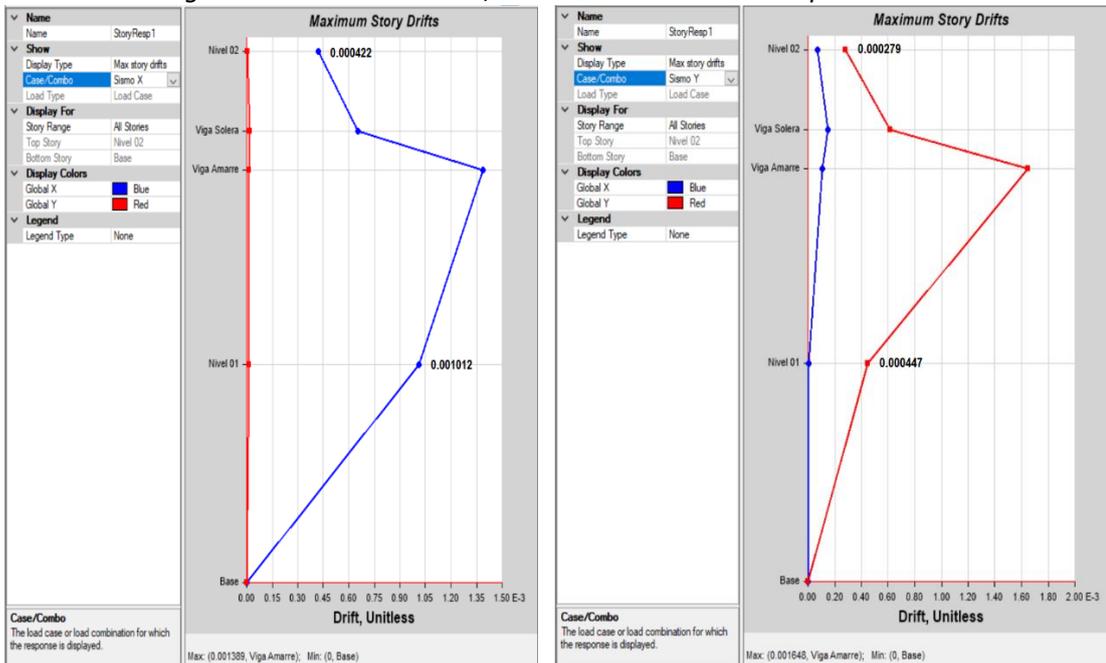
TABLE: Joint Displacements									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
				m	m	m	rad	rad	rad
Viga Amarre	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000231	0.006484	0.000894	0.000917	0.000086	0.000126
Viga Solera	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000051	0.006206	0.000022	0.000346	0.000018	0.000043
Nivel 02	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000016	0.006186	0.000045	0.000195	0.000018	0.000067
Nivel 01	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0.000026	0.00143	0.000408	0.000274	0.000045	0.000007
Base	Sismo Y	LinRespSpec	Max	0	0	0	0	0	0

Fuente: Software ETABS.

### 4.2.12.3. Control Normativo de los desplazamientos laterales

Al obtener los desplazamientos laterales permisibles, según la Norma E.030 artículo 31 indica para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75R, los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

Figura 118. Derivas de Piso, Sistema de Poliéstireno Expandido.



Max. Deriva X

Max. Deriva Y

Fuente: Software ETABS.

### A) Dirección X-X (R=8)

Tabla 89. Deriva elástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo X.

TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
							m	m	m
Nivel 02	Sismo X	LinRespSpec	Max	X	0.000422	18	20.275	4.225	7.8
Nivel 01	Sismo X	LinRespSpec	Max	X	0.001012	15	5.175	0.85	3.2

Fuente: Software ETABS.

$Max\ Story\ Drift\ elástico = 0.000422$

**$Max\ Story\ Drift\ inelástico = 0.75 \times R \times Max\ Story\ Drift\ elástico$**

$Max\ Story\ Drift\ inelástico = 0.75 \times 8 \times 0.000422$

$Max\ Story\ Drift\ inelástico = 0.002535$

Tabla 90. Deriva Inelástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo X.

Nivel	ALTURA (m)	Deriva Elastica (Story Drift)	Deriva Inelastica (0.75xRxΔelastico)	Deriva maximo de piso N E.070	VERIFICACIÓN
2	7.80	0.000453	0.002718	0.0070	CUMPLE
1	3.20	0.001155	0.006930	0.0070	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

## B) Dirección Y-Y (R=2.5)

Tabla 91. Deriva elástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo Y.

TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
							m	m	m
Nivel 02	Sismo Y	LinRespSpec	Max	Y	0.000279	18	20.275	4.225	7.8
Nivel 01	Sismo Y	LinRespSpec	Max	Y	0.000447	13	27.825	7.6	3.2

Fuente: Software ETABS.

$Max\ Story\ Drift\ elástico = 0.000279$

**$Max\ Story\ Drift\ inelástico = 0.75 \times R \times Max\ Story\ Drift\ elástico$**

$Max\ Story\ Drift\ inelástico = 0.75 \times 2.5 \times 0.000279$

$Max\ Story\ Drift\ inelástico = 0.000523$

Tabla 92. Deriva Inelástica de Piso, Sistema de P.E., Sismo Y.

Nivel	ALTURA (m)	Deriva Elastica (Story Drift)	Deriva Inelastica (0.75xRxΔelastico)	Deriva maximo de piso	VERIFICACIÓN
4	7.80	0.000279	0.0005231	0.0030	CUMPLE
1	3.20	0.000447	0.0008381	0.0030	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.12.4. Peso de la Edificación Sistema de P.E.

Tabla 93. Reacciones CM en Apoyos del Bloque A, Sistema de P.E.

TABLE: Joint Reactions							
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX	FY	FZ
					tonf	tonf	tonf
Base	1	41	CM	LinStatic	-0.044	0.3326	15.5768
Base	2	11	CM	LinStatic	-0.0222	-0.5131	12.0785
Base	3	16	CM	LinStatic	-0.0019	-1.2674	15.4583
Base	4	21	CM	LinStatic	0.0015	-0.517	11.7679
Base	5	26	CM	LinStatic	0.0036	-1.2649	15.4552
Base	6	31	CM	LinStatic	0.0228	-0.5131	12.0691
Base	7	46	CM	LinStatic	0.0191	1.3862	19.9889
Base	8	51	CM	LinStatic	-0.0143	0.3332	15.2658
Base	10	71	CM	LinStatic	0.0028	0.3328	15.5659
Base	11	66	CM	LinStatic	0.0201	1.3887	19.995
Base	12	76	CM	LinStatic	-0.0224	1.2937	12.4221
Base	13	81	CM	LinStatic	-0.0333	-1.1472	9.7933
Base	14	86	CM	LinStatic	0.0241	-1.1366	9.7792
Base	15	91	CM	LinStatic	0.0441	1.2922	12.2538
<b>PESO ESTRUCTURA SISTEMA POLIESTIRENO, CARGA MUERTA</b>							<b>197.4698</b>

Fuente: Software ETABS.

Tabla 94. Reacciones CV en Apoyos del Bloque A, Sistema de P.E.

TABLE: Joint Reactions							
Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	FX	FY	FZ
					tonf	tonf	tonf
Base	1	41	CV	LinStatic	0.0015	0.2984	7.8352
Base	2	11	CV	LinStatic	-0.0003	-0.5433	4.3884
Base	3	16	CV	LinStatic	0.0004	-0.557	4.268
Base	4	21	CV	LinStatic	0.0006	-0.543	4.3683
Base	5	26	CV	LinStatic	0.0009	-0.5568	4.2678
Base	6	31	CV	LinStatic	0.0013	-0.5433	4.3877
Base	7	46	CV	LinStatic	-0.0006	0.692	8.6742
Base	8	51	CV	LinStatic	-0.0007	0.2903	7.8517
Base	10	71	CV	LinStatic	-0.0044	0.2984	7.8349
Base	11	66	CV	LinStatic	0.0005	0.6922	8.6745
Base	12	76	CV	LinStatic	-0.0045	0.5387	4.4146
Base	13	81	CV	LinStatic	-0.0027	-0.3018	2.0368
Base	14	86	CV	LinStatic	0.0025	-0.3023	2.0373
Base	15	91	CV	LinStatic	0.0054	0.5377	4.413
<b>PESO ESTRUCTURA SISTEMA POLIESTIRENO, CARGA VIVA</b>							<b>75.4524</b>

Fuente: Software ETABS.

$$W = 100\% (CM) + 50\% (CV)$$

$$W = 100\% (197.47) + 50\% (75.45)$$

$$W = 235.195 \text{ Ton}$$

#### 4.2.13. Comparativo de Peso en ambos Sistemas Estructurales

Después de modelar el Bloque A, en el programa etabs, obtenemos líneas arriba el peso de la Edificación con ambos sistemas estructurales, sistema tradicional y el sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada, que a continuación se resumirá:

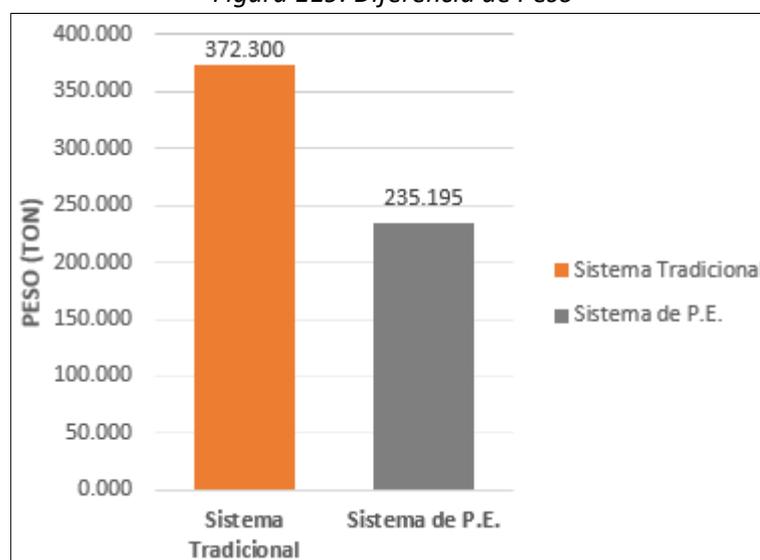
Tabla 95. Peso del Bloque A, Sistema Tradicional Vs Sistema de P.E.

Bloque A	Sistema Tradicional (Aporticado + albañilería confinada)	Sistema de Poliestireno Expandido con Malla Electrosoldada	Diferencia de Peso
<b>Peso (ton)</b>	372.30 Ton	235.195 Ton	<b>137.105 Ton</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 85, notamos que el Bloque A construido con sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada presenta menor peso que el sistema tradicional, con una diferencia de peso de **103.705 Ton** (36.83%).

Figura 119. Diferencia de Peso



Fuente: Elaboración Propia.

**Análisis:** en la presente investigación se determina el peso del Bloque A, mediante el programa Etabs, con ambos sistemas constructivos en estudio, donde nos arroja resultados satisfactorios toda vez que el sistema de poliestireno expandido con malla electrosoldada es un 36.83% más ligero que el sistema tradicional, esto significa que el sistema constructivo en estudio reducirá las secciones de los elementos estructurales como espesor de losa, secciones de las vigas y columnas, espesor de muros portantes y/o tabiquerías, secciones de la platea y/o zapata, ya que toda la fuerza y peso que actúa sobre toda estructura afectan a los elementos mencionados. En nuestro caso en

estudio la Platea de cimentación podría ser reemplazado por zapatas aisladas, todo bajo un adecuado estudio de mecánica de suelos.

#### 4.2.14. Comparativo de Costos en ambos Sistemas Estructurales

Para analizar los costos se hizo uso del programa S10 Costos y Presupuestos, según el expediente técnico del proyecto “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria de la Institución Educativa 38851/Mx-P de Putaqa Distrito de Vinchos – Huamanga-Ayacucho”, verificados los planos se procedió a realizar los Metrado respectivos para el sistema tradicional y para el sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada.

##### 4.2.14.1. Metrados del Sistema Tradicional

De acuerdo a los planos del expediente técnico del proyecto arriba mencionado, se procede a realizar sus respectivos metrados, para la presente investigación, en el área de Estructuras y Arquitectura, porque tienen mayor incidencia en costos.

ESPECIALIDAD – ESTRUCTURA - ST			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO TOTAL
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		
<b>01.02</b>	<b>ESTRUCTURA BLOQUES</b>		
<b>01.02.01</b>	<b>ESTRUCTURA BLOQUES INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA "BLOQUE A"</b>		
<b>01.02.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	294.97
01.02.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	294.97
<b>01.02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.02.01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MAT. AFIRMADO	m3	170.63
<b>01.02.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>		
01.02.01.03.01	SOLADO DE 4" MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON	m2	287.94
01.02.01.03.02	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	142.50
<b>01.02.01.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>		
<b>01.02.01.04.01</b>	<b>PLATEA DE CIMENTACION</b>		
01.02.01.04.01.01	PLATEA DE CIMENTACION, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	143.97
01.02.01.04.01.02	PLATEA DE CIMENTACION, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	64.83
01.02.01.04.01.03	PLATEA DE CIMENTACION, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	9,458.26
<b>01.02.01.04.04</b>	<b>SOBRECIMENTOS ARMADOS</b>		
01.02.01.04.04.01	SOBRECIMENTOS, CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	10.54
01.02.01.04.04.02	SOBRECIMENTOS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	109.80
01.02.01.04.04.03	SOBRECIMENTOS, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	378.06
<b>01.02.01.04.05</b>	<b>COLUMNAS</b>		
01.02.01.04.05.01	COLUMNAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	22.59
01.02.01.04.05.02	COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	211.38
01.02.01.04.05.03	COLUMNAS, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	3,670.16
<b>01.02.01.04.06</b>	<b>COLUMNETAS</b>		
01.02.01.04.06.01	COLUMNETAS, CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	5.17
01.02.01.04.06.02	COLUMNETAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	73.10
01.02.01.04.06.03	COLUMNETAS, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	595.85
<b>01.02.01.04.07</b>	<b>VIGAS</b>		

01.02.01.04.07.01	VIGAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	32.03
01.02.01.04.07.02	VIGAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	196.85
01.02.01.04.07.03	VIGAS, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	4,186.19
<b>01.02.01.04.08</b>	<b>VIGUETAS</b>		
01.02.01.04.08.01	VIGUETAS, CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	1.23
01.02.01.04.08.02	VIGUETAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	16.42
01.02.01.04.08.03	VIGUETAS ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	94.15
<b>01.02.01.04.09</b>	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>		
01.02.01.04.09.01	LOSAS ALIGERADAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	32.44
01.02.01.04.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	487.71
01.02.01.04.09.03	LOSAS ALIGERADAS ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	2,314.40
01.02.01.04.09.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 15X30X30 CM PARA TECHO ALIGERADO	und	3,263.37
<b>01.02.01.04.10</b>	<b>CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA</b>		
01.02.01.04.10.01	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	2.41
01.02.01.04.10.02	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	48.20
01.02.01.04.10.03	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	316.87

ESPECIALIDAD – ARQUITECTURA - ST			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO TOTAL
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>		
<b>02.01</b>	<b>ARQUITECTURA BLOQUES</b>		
<b>02.01.01</b>	<b>ARQUITECTURA BLOQUES INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA "BLOQUE A"</b>		
<b>02.01.01.01</b>	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>		
02.01.01.01.01	MURO DE CABEZA LADRILLO KING KONG TIPO IV 9x13x23	m2	134.14
02.01.01.01.02	MURO DE SOGA LADRILLO KING KING TIPO IV 9x13x23	m2	94.48
02.01.01.01.03	ALAMBRE # 8 REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS	kg	126.60
02.01.01.01.04	JUNTA DE CONSTRUCCION 1/2" - TECKNOPOR +SELLADO WATERSTOP	ml	124.80
<b>02.01.01.02</b>	<b>REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>		
02.01.01.02.02	TARRAJEO EN INTERIORES C:A 1:5 E=1.5cm	m2	298.51
02.01.01.02.03	TARRAJEO EN EXTERIORES C:A 1:5 E=1.5cm	m2	167.74
02.01.01.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS C:A 1:5 E=1.5CM	m2	188.70
02.01.01.02.05	TARRAJEO DE COLUMNETAS INC. ARISTAS C:A 1:5 E=1.5CM	m2	67.68
02.01.01.02.06	TARRAJEO DE VIGAS INC. ARISTAS C:A 1:5 E=1.5CM	m2	197.43
02.01.01.02.07	TARRAJEO DE VIGUETAS INC. ARISTAS C:A 1:5 E=1.5CM	m2	16.93
02.01.01.02.08	TARRAJEO DE DERRAME DE VANOS	m	220.70
02.01.01.02.09	TARRAJEO DE CANALETA PLUVIAL EN TECHOS C/CEMENTO PULIDO IMPERMEABILIZADO	m2	66.22
02.01.01.02.14	BRUÑAS SEGUN DETALLE	m	658.82
<b>02.01.01.03</b>	<b>CIELO RASO</b>		
02.01.01.03.01	CIELORRASOS CON MEZCLA DE CEMENTO-ARENA	m2	390.84
<b>02.01.01.04</b>	<b>FALSO CIELO RASO</b>		
02.01.01.04.01	FALSO CIELORASO CON BALDOSA ACUSTICA DE 60X60CM	m2	139.20
<b>02.01.01.05</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>		
02.01.01.05.01	CONTRAPISOS E=40mm, C:A=1:5, ACAB. 1:2	m2	139.20
02.01.01.05.03	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA	m2	139.20
02.01.01.05.04	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA SEGUNDO NIVEL	m2	139.20
<b>02.01.01.08</b>	<b>CONTRAZOCALOS</b>		
02.01.01.08.02	CONTRAZOCALO DE MADERA TORNILLO H=4" + RODON DE 3/4"	m	165.60
02.01.01.08.03	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C/MORTERO 1:5 DE 2CMx0.30M (EXTERIOR)	m	76.65
<b>02.01.01.09</b>	<b>COBERTURAS</b>		

02.01.01.09.01	COBERTURA CON TEJA ANDINA ETERNIT DE 1.14Mx0.72Mx5MM	m2	235.00
02.01.01.09.02	CUMBRERA CON TEJA ANDINA DE 0.72Mx0.35M	m	23.50
02.01.01.09.03	CORREAS DE MADERA TORNILLO 2"x3"	m	305.50
<b>02.01.01.10</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>		
02.01.01.10.01	PUERTA DE MADERA APANELADA	m2	16.80
02.01.01.10.02	VENTANA CON ESTRUCTURA DE MADERA, INC. ACCESORIOS	m2	58.52
<b>02.01.01.11</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>		
02.01.01.11.03	BARANDAS METALICAS	m	31.35
<b>02.01.01.12</b>	<b>CERRAJERIA</b>		
02.01.01.12.01	BISAGRA ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 4" X 4"	pza	24.00
02.01.01.12.02	CERRADURA PARA PUERTA EXTERIORES DOS GOLPES CON MANIJA	pza	6.00
<b>02.01.01.13</b>	<b>VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES</b>		
02.01.01.13.01	VIDRIOS LAMINADO E=6mm	p2	629.65
<b>02.01.01.14</b>	<b>PINTURA</b>		
02.01.01.14.01	PINTURA LATEX 2 MANOS EN CIELO RASO	m2	390.84
02.01.01.14.02	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	167.74
02.01.01.14.03	PINTURA LATEX 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	331.62
02.01.01.14.04	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN COLUMNAS	m2	256.38
02.01.01.14.05	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN VIGAS	m2	214.36
02.01.01.14.06	PINTURA EN CONTRAZOCALO CON ESMALTE	m2	76.65
02.01.01.14.07	PINTURA BARNIZ EN PUERTAS DE MADERA	m2	75.32

#### 4.2.14.2. Metrados del Sistema Poliestireno Expandido con M.E.

De acuerdo a los planos del expediente técnico del proyecto arriba mencionado, se procede a cambiar los elementos estructurales donde se reemplazará muros de ladrillo por Muro Panel de Poliestireno Expandido con M.E. y la losa aligerada por Panel losa de Poliestireno expandido con M.E., después se realiza sus respectivos metrados, para la presente investigación, en el área de Estructuras y Arquitectura, porque tienen mayor incidencia en costos.

ESPECIALIDAD - ESTRUCTURA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO TOTAL
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		
<b>01.02</b>	<b>ESTRUCTURA BLOQUES</b>		
<b>01.02.01</b>	<b>ESTRUCTURA BLOQUES INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA "BLOQUE A"</b>		
<b>01.02.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	294.97
01.02.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	294.97
<b>01.02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
01.02.01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MAT. AFIRMADO	m3	170.63
<b>01.02.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>		
01.02.01.03.01	SOLADO DE 4" MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON	m2	287.94
01.02.01.03.02	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	142.50
<b>01.02.01.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>		
<b>01.02.01.04.01</b>	<b>PLATEA DE CIMENTACION</b>		
01.02.01.04.01.01	PLATEA DE CIMENTACION, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	143.97
01.02.01.04.01.02	PLATEA DE CIMENTACION, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	64.83
01.02.01.04.01.03	PLATEA DE CIMENTACION, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	9,458.26

<b>01.02.01.04.04</b>	<b>MECHAS Y/O ANCLAJES</b>		
01.02.01.04.04.03	MECHAS Y/O ANCLAJES, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	232.74
<b>01.02.01.04.05</b>	<b>COLUMNAS</b>		
01.02.01.04.05.01	COLUMNAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	12.16
01.02.01.04.05.02	COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	145.95
01.02.01.04.05.03	COLUMNAS, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	2,228.90
<b>01.02.01.04.07</b>	<b>VIGAS</b>		
01.02.01.04.07.01	VIGAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	32.03
01.02.01.04.07.02	VIGAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	196.85
01.02.01.04.07.03	VIGAS, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	4,186.19
<b>01.02.01.04.09</b>	<b>PANEL LOSA</b>		
01.02.01.04.09.01	PANEL LOSA, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	32.44
01.02.01.04.09.02	PANEL LOSA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	487.71
01.02.01.04.09.04	PANEL LOSA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E.	und	136.03
<b>01.02.01.04.10</b>	<b>CANAleta DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA</b>		
01.02.01.04.10.01	CANAleta DE CONCRETO ADOSADA A PANEL LOSA, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	2.41
01.02.01.04.10.02	CANAleta DE CONCRETO ADOSADA A PANEL LOSA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	48.20
01.02.01.04.10.03	CANAleta DE CONCRETO ADOSADA A PANEL LOSA, ACERO FY=4200 KG/CM2	kg	316.87

ESPECIALIDAD - ARQUITECTURA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO TOTAL
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>		
<b>02.01</b>	<b>ARQUITECTURA BLOQUES</b>		
<b>02.01.01</b>	<b>ARQUITECTURA BLOQUES INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA "BLOQUE A"</b>		
<b>02.01.01.01</b>	<b>PANEL MURO</b>		
02.01.01.01.01	PANEL MURO DE SOGA E=13 CM	m2	228.62
02.01.01.01.03	ALAMBRE # 16 AMARRE DE MUROS PANEL	kg	93.00
02.01.01.01.04	JUNTA DE CONSTRUCCION 1/2" - TECKNOPOR +SELLADO WATERSTOP	ml	124.80
<b>02.01.01.02</b>	<b>REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>		
02.01.01.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS C:A 1:5 E=1.5CM	m2	188.70
02.01.01.02.06	TARRAJEO DE VIGAS INC. ARISTAS C:A 1:5 E=1.5CM	m2	197.43
02.01.01.02.09	TARRAJEO DE CANALETA PLUVIAL EN TECHOS C/CEMENTO PULIDO IMPERMEABILIZADO	m2	66.22
02.01.01.02.14	BRUÑAS SEGUN DETALLE	m	658.82
<b>02.01.01.04</b>	<b>FALSO CIELO RASO</b>		
02.01.01.04.01	FALSO CIELORASO CON BALDOSA ACUSTICA DE 60X60CM	m2	139.20
<b>02.01.01.05</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>		
02.01.01.05.01	CONTRAPISOS E=40mm, C:A=1:5, ACAB. 1:2	m2	139.20
02.01.01.05.03	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA	m2	139.20
02.01.01.05.04	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA SEGUNDO NIVEL	m2	139.20
<b>02.01.01.08</b>	<b>CONTRAZOCALOS</b>		
02.01.01.08.02	CONTRAZOCALO DE MADERA TORNILLO H=4" + RODON DE 3/4"	m	165.60
02.01.01.08.03	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C/MORTERO 1:5 DE 2CMx0.30M (EXTERIOR)	m	76.65
<b>02.01.01.09</b>	<b>COBERTURAS</b>		
02.01.01.09.01	COBERTURA CON TEJA ANDINA ETERNIT DE 1.14Mx0.72Mx5MM	m2	235.00
02.01.01.09.02	CUMBRERA CON TEJA ANDINA DE 0.72Mx0.35M	m	23.50
02.01.01.09.03	CORREAS DE MADERA TORNILLO 2"x3"	m	305.50
<b>02.01.01.10</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>		
02.01.01.10.01	PUERTA DE MADERA APANELADA	m2	16.80
02.01.01.10.02	VENTANA CON ESTRUCTURA DE MADERA, INC. ACCESORIOS	m2	58.52

<b>02.01.01.11</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>		
02.01.01.11.03	BARANDAS METALICAS	m	31.35
<b>02.01.01.12</b>	<b>CERRAJERIA</b>		
02.01.01.12.01	BISAGRA ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 4" X 4"	pza	24.00
02.01.01.12.02	CERRADURA PARA PUERTA EXTERIORES DOS GOLPES CON MANIJA	pza	6.00
<b>02.01.01.13</b>	<b>VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES</b>		
02.01.01.13.01	VIDRIOS LAMINADO E=6mm	p2	629.65
<b>02.01.01.14</b>	<b>PINTURA</b>		
02.01.01.14.01	PINTURA LATEX 2 MANOS EN CIELO RASO	m2	390.84
02.01.01.14.02	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	167.74
02.01.01.14.03	PINTURA LATEX 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	298.51
02.01.01.14.04	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN COLUMNAS	m2	188.70
02.01.01.14.05	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN VIGAS	m2	197.43
02.01.01.14.06	PINTURA EN CONTRAZOCALO CON ESMALTE	m2	76.65
02.01.01.14.07	PINTURA BARNIZ EN PUERTAS DE MADERA	m2	75.32

#### 4.2.14.3. Análisis de los Metrados en Ambos Sistemas.

En el área de ESTRUCTURAS, se mantiene las mismas partidas: Trabajos preliminares, movimiento de tierras, obras de concreto simple y la platea de cimentación, la siguiente partida que viene a ser sobrecimiento armado será cambiado por Acero Mechas y/o anclajes, las columnas y vigas también serán modificados por ser un sistema distinto, las viguetas ya no existirán, las losas aligeradas serán reemplazados por Panel Losa de Poliestireno Expandido con M.E.

En el área de ARQUITECTURA, los muros y tabiques de albañilería serán reemplazados por Panel Muro de poliestireno expandido con M.E., se reducirán los revoques y revestimientos en muros, ya que no serán necesarios en muros de P.E. porque su acabado incluye revoque, y en cielorrasos ya no serán necesarios el revoque, las demás partidas se mantienen como son pisos y pavimentos, cobertura, carpintería de madera, carpintería metálica, cerrajería, vidrios y Pintura.

Con los metrados obtenidos se procede el uso del programa S10, donde calculamos los presupuestos de cada sistema estructural en el área de Estructura y Arquitectura, ya que son las más incidentes en el costo de un Proyecto. Los cálculos se muestran en ANEXO y en resumen se muestra en la siguiente tabla:

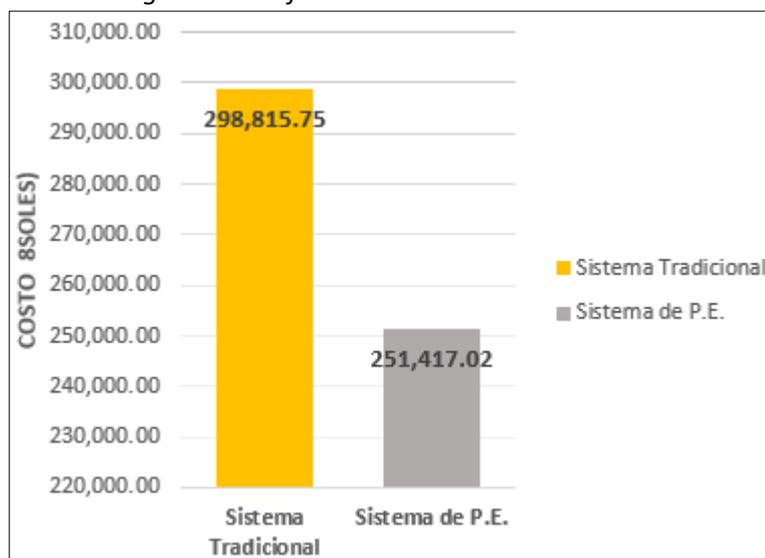
*Tabla 96. Costo de ejecución del Bloque A, Sistema Tradicional Vs Sistema de P.E.*

<b>PRESUPUESTO</b>	<b>Sistema Tradicional (Aporticado + albañilería confinada)</b>	<b>Sistema de Poliestireno Expandido con Malla Electrosoldada</b>	<b>Diferencia de Costos</b>
<b>Estructura</b>	S/. 298,815.75	S/. 251,417.02	<b>S/. 47,398.73</b>
<b>Arquitectura</b>	S/. 205,566.92	S/. 188,348.86	<b>S/. 17,218.06</b>

*Fuente: Elaboración Propia.*

En el área de estructura tenemos una diferencia de costos de S/. 47,398.73, resultando más económico el sistema de poliestireno expandido con M.E. respecto al sistema tradicional, que representa un **15.86 %** (100%-84.14%) de diferencia.

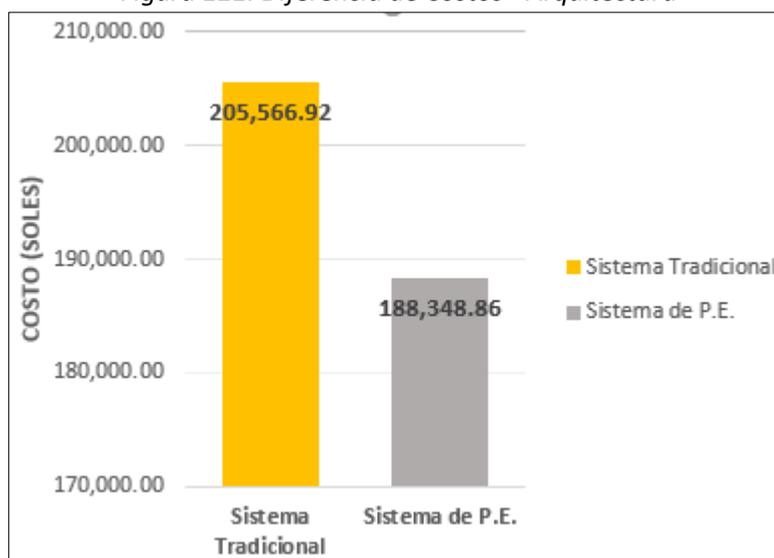
Figura 120. Diferencia de Costos - Estructuras



Fuente: Elaboración Propia.

En el área de Arquitectura tenemos una diferencia de costos de S/. S/. 17,218.06, resultando más económico el sistema de poliestireno expandido con M.E. respecto al sistema tradicional, que representa un **8.38 %** (100%-91.62%) de diferencia.

Figura 121. Diferencia de Costos - Arquitectura



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.14.3. Análisis de los Costos en Ambos Sistemas.

En el área de ESTRUCTURAS, se mantiene los mismos costos en ambos sistemas constructivos, en las partidas: Trabajos preliminares, movimiento de tierras, obras de

concreto simple y la platea de cimentación, pisos y pavimentos, cobertura, carpintería de madera, carpintería metálica, cerrajería, vidrios y Pintura.

**La partida Sobrecimiento Armado será cambiado por Acero Mechas y/o anclajes.**

<b>01.01.01.04.02 SOBRECIMIENTO ARMADO</b>					<b>10,943.98</b>
01.01.01.04.02.1 SOBRECIMIENTO, CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	10.54	426.21		4,492.25
01.01.01.04.02.1 SOBRECIMIENTO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	109.80	43.85		4,814.73
01.01.01.04.02.1 SOBRECIMIENTO, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	378.06	4.33		1,637.00

Reemplazado por:

<b>01.01.01.04.02 MECHAS Y/O ANCLAJES</b>					<b>877.43</b>
01.01.01.04.02.01 MECHAS Y/O ANCLAJES, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	232.74	3.77		877.43

Donde notamos una diferencia de costos de  $10,943.98 - 877.43 = S/. 10,066.55$ , describimos sus respectivos costos unitarios:

Partida	01.01.01.04.02.01 SOBRECIMIENTO, CONCRETO F'C=175 KG/CM2			Costo unitario directo por : m3				426.21
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.50	14.33		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.21	11.47		
0101010005	PEON	hh	9.0000	6.0000	15.51	93.06		
<b>118.86</b>								
<b>Materiales</b>								
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2000	11.89	2.38		
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.9000	80.51	72.46		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.6000	72.03	43.22		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2300	0.85	0.20		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		8.8000	21.19	186.47		
<b>304.73</b>								
<b>Equipos</b>								
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.1250	0.0833	10.17	0.85		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.1250	0.0833	12.71	1.06		
0301340001	ANDAMIO METALICO	día	1.0000	0.0833	8.47	0.71		
<b>2.62</b>								

Partida	01.01.01.04.02.02 SOBRECIMIENTO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			Costo unitario directo por : m2				43.85
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.50	11.47		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	17.21	9.18		
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2667	15.51	4.14		
<b>24.79</b>								
<b>Materiales</b>								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3050	3.39	1.03		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.81	1.14		
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		4.2400	3.81	16.15		
<b>18.32</b>								
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	24.79	0.74		
<b>0.74</b>								

Partida	01.01.01.04.02.03 SOBRECIMIENTO, ACERO FY=4200 kg/cm2							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por : kg		4.33
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.50		0.69
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0320	17.21		0.55
								<b>1.24</b>
	<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.39		0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	2.71		2.85
								<b>3.02</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.24		0.04
03013300020003	CIZALLA P/PIERRO CONST. HASTA 1"		und		0.0020	12.71		0.03
								<b>0.07</b>

Partida	01.01.01.04.02.01 MECHAS Y/O ANCLAJES, ACERO FY=4200 kg/cm2							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000			Costo unitario directo por : kg		3.77
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0320	21.50		0.69
								<b>0.69</b>
	<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0.0500	3.39		0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0500	2.71		2.85
								<b>3.02</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.69		0.02
03011400070001	TALADRO CON BROCA		hm	0.0313	0.0010	12.71		0.01
03013300020003	CIZALLA P/PIERRO CONST. HASTA 1"		und		0.0020	12.71		0.03
								<b>0.06</b>

La partida de Columnas, la sección se modificará, por lo que reducirá el costo.

<b>01.01.01.04.03 COLUMNAS</b>						<b>37,475.19</b>
01.01.01.04.03.( COLUMNAS, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	22.59	485.52			10,967.90
01.01.01.04.03.( COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	211.38	50.22			10,615.50
01.01.01.04.03.( COLUMNAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	3,670.16	4.33			15,891.79

Reemplazado por:

<b>01.01.01.04.03 COLUMNAS</b>						<b>22,884.67</b>
01.01.01.04.03.01 COLUMNAS, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	12.16	485.52			5,903.92
01.01.01.04.03.02 COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	145.95	50.22			7,329.61
01.01.01.04.03.03 COLUMNAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	2,228.90	4.33			9,651.14

Las partidas de Losas Aligeradas serán reemplazadas por Panel Losa de Poliestireno Expandido con M.E.

<b>01.01.01.04.07 LOSAS ALIGERADAS</b>						<b>59,638.73</b>
01.01.01.04.07.( LOSAS ALIGERADAS, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	32.44	418.38			13,572.25
01.01.01.04.07.( LOSAS ALIGERADAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	487.71	50.22			24,492.80
01.01.01.04.07.( LOSAS ALIGERADAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	2,314.40	4.33			10,021.35
01.01.01.04.07.( LADRILLO HUECO DE ARCILLA 15x30x30 PARA TECHO	und	3,263.37	3.54			11,552.33

Reemplazado por:

01.01.01.04.05	<b>PANEL LOSA</b>						<b>47,052.19</b>
01.01.01.04.05.01	PANEL LOSA, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	32.44	342.96			11,125.62
01.01.01.04.05.02	PANEL LOSA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	487.71	28.93			14,109.45
01.01.01.04.05.03	PANEL LOSA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E.	und	136.00	160.42			21,817.12

Sus respectivos costos unitarios:

Partida	01.01.01.04.05.01 PANEL LOSA, CONCRETO F'C=210 kg/cm2			Costo unitario directo por : m3				342.96
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	21.50	6.88		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.6400	15.51	9.93		
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.3200	21.50	6.88		
								<b>23.69</b>
	<b>Materiales</b>							
02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.2000	11.89	2.38		
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7600	80.51	61.19		
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5900	72.03	42.50		
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2300	0.85	0.20		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6000	21.19	203.42		
								<b>309.69</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.69	0.71		
0301140010	REVOCADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	0.3200	15.00	4.80		
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	12.71	4.07		
								<b>9.58</b>

Partida	01.01.01.04.05.02 PANEL LOSA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			Costo unitario directo por : m2				28.93
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	21.50	8.60		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.21	6.88		
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2000	15.51	3.10		
								<b>18.58</b>
	<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3050	3.39	1.03		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.3000	3.81	1.14		
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		2.0000	3.81	7.62		
								<b>9.79</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	18.58	0.56		
								<b>0.56</b>

En el área de ARQUITECTURA, la partida de muros y tabiques de albañilería serán reemplazados por Panel Muro de poliestireno expandido con M.E. y se notara un cambio de precios.

01.01.01.01	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					<b>20,779.83</b>
01.01.01.01.01	MURO DE CABEZA LADRILLO KING KONG TIPO IV 9x13x23	m2	134.14	100.42		13,470.34
01.01.01.01.02	MURO DE SOGA LADRILLO KING KONG TIPO IV 9x13x23	m2	94.48	65.44		6,182.77
01.01.01.01.03	ALAMBRE # 8 DE REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS	kg	126.60	4.04		511.46
01.01.01.01.04	JUNTA DE CONSTRUCCION 1/2" - TECKNOPOR + SELLADO	ml	124.80	4.93		615.26

Reemplazado por:

01.01.01.01	<b>PANEL MURO E= 13 CM</b>					<b>34,995.92</b>
01.01.01.01.01	PANEL MURO DE SOGA E=13CM POLIESTIRENO	m2	228.62	148.74		34,004.94
01.01.01.01.02	ALAMBRE # 8 PARA AMARRE MURO PANEL	kg	93.00	4.04		375.72
01.01.01.01.03	JUNTA DE CONSTRUCCION 1/2" - TECKNOPOR +	ml	124.80	4.93		615.26

Subpresupuesto	002 ARQUITECTURA			Fecha presupuesto	01/06/2022		
Partida	01.01.01.01	MURO DE CABEZA LADRILLO KING KONG TIPO IV 9x13x23					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.5000	EQ. 6.5000	Costo unitario directo por : m2			100.42
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.2308	21.50	26.46	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.6154	15.51	9.54	
							<b>36.00</b>
	<b>Materiales</b>						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0200	3.81	0.08	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0580	72.03	4.18	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0210	0.85	0.02	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.5130	21.19	10.87	
02160100010001	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm	und		69.0000	0.68	46.92	
							<b>62.07</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	36.00	1.08	
0301340001	ANDAMIO METALICO	día	0.9750	0.1500	8.47	1.27	
							<b>2.35</b>
Partida	01.01.01.02	MURO DE SOGA LADRILLO KING KONG TIPO IV 9x13x23					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 9.5000	EQ. 9.5000	Costo unitario directo por : m2			65.44
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8421	21.50	18.11	
0101010005	PEON	hh	0.9000	0.7579	15.51	11.76	
							<b>29.87</b>
	<b>Materiales</b>						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0200	3.81	0.08	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0260	72.03	1.87	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0090	0.85	0.01	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2320	21.19	4.92	
02160100010001	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm	und		39.0000	0.68	26.52	
							<b>33.40</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.87	0.90	
0301340001	ANDAMIO METALICO	día	1.4250	0.1500	8.47	1.27	
							<b>2.17</b>
Subpresupuesto	002 ARQUITECTURA			Fecha presupuesto	01/06/2022		
Partida	01.01.01.01	PANEL MURO DE SOGA E=13CM POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E.					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2			148.74
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	21.50	1.72	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	15.51	1.24	
							<b>2.96</b>
	<b>Materiales</b>						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0200	3.81	0.08	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0580	72.03	4.18	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0210	0.85	0.02	
02100400010011	POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. DE 7" (TECNOPOR)	pln		1.0000	129.26	129.26	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.5130	21.19	10.87	
							<b>144.41</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.96	0.09	
0301140010	REVOCADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0800	15.00	1.20	
0301340001	ANDAMIO METALICO	día	0.9750	0.0098	8.47	0.08	
							<b>1.37</b>

Se anularán los revoques y revestimientos en muros, ya que no serán necesarios en muros de P.E. porque su acabado incluye revoque, en una sola etapa, lo mismo pasa en los cielorrasos, ahorrando los precios en estas partidas respecto al sistema tradicional que es necesario realizar, pero en una etapa distinta.

Los costos de las demás partidas se mantienen, en ambos sistemas constructivos, como son pisos y pavimentos, cobertura, carpintería de madera, carpintería metálica, cerrajería, vidrios y Pintura.

## CAPITULO V

### 5. Conclusiones, Recomendaciones y Trabajos Futuros.

#### 5.1. Conclusiones.

1. Se determinó que las pilas de albañilería presentaron una resistencia a la Compresión Axial, promedio a los 28 días, de  $f^m=63.45 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras que los paneles de poliestireno expandido con M.E. un  $f^m=40.23 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo que se concluye que el sistema de albañilería confinada presenta un mejor comportamiento estructural a cargas sometido a Compresión Axial respecto al sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada, con un porcentaje de diferencia de 36.6 %.
2. Se determinó que los paneles de poliestireno expandido con M.E. presentaron una resistencia a la Flexión, promedio a los 28 días, de  $f^t=38.95 \text{ Kg/cm}^2$ , mientras que las pilas de albañilería un  $f^t=19.34 \text{ Kg/cm}^2$ , por lo que se concluye que el sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada presenta un mejor comportamiento estructural a cargas sometido a Flexión respecto al sistema de albañilería confinada, con un porcentaje de diferencia de 50.35 %.
3. Se modelo la edificación (Bloque A) para analizar su comportamiento antisísmico en el Programa Etabs v19, con ambos sistemas estructurales, donde se concluye que el sistema tradicional (albañilería confinada + Aporticado) y el sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada, cumplen y están dentro del rango con los desplazamientos y derivas máximas permitidas en la Norma E.030 del R.N.E.
4. Resulto ser más ligero (Menor Peso) el Sistema de Poliestireno Expandido con un porcentaje de diferencia de 27.86 %, respecto al sistema tradicional y los costos de la edificación usando el Software S10 Costos y Presupuestos, resulto en el área de Estructuras una diferencia de 15.86%, mientras en el área de Arquitectura una diferencia de 8.38%, siendo más económico el sistema de P.E. con M.E.

## **5.2. Recomendaciones.**

1. Se recomienda realizar Investigaciones con muestras de Muros Panel de Poliestireno Expandido con Malla Electrosoldada, a escala real y someterlo a ensayos de compresión, Flexión, Corte y ensayos dinámicos, para obtener resultados más reales e idóneos.
2. Se recomienda utilizar el sistema de poliestireno expandido con malla Electrosoldada en estructuras donde trabajan a Flexión, ya que según la Presente Investigación tiene un mejor comportamiento estructural respecto al sistema tradicional.
3. Se recomienda equipar el laboratorio de la UNSCH, con equipos actualizados y sofisticados para temas de investigación en el área de estructuras, como la maquina universal (TOKYOKOKI SEIZOSHO) para ensayos a compresión axial, Flexión y Corte para muretes de hasta 1.00 m de altura

## **5.3. Trabajos Futuros.**

1. Realizar un Análisis Comparativo del Sistema de Poliestireno Expandido con M.E. de diferentes espesores mayores a 13cm, densidad del poliestireno mayores a 11 Kg/cm<sup>3</sup> y aumentar el diámetro de la malla Electrosoldada, para así obtener mejores resultados frente a ensayos de Compresión Axial y Flexión, respecto al Sistema de Albañilería Confinada.
2. Realizar muestras de Muro Panel de poliestireno expandido con M.E. y al revocar ambas caras, hacerlo con otro material que no sea el Mortero; ya sea Yeso, cal, o combinaciones de otros materiales, para comparar con la presente investigación.
3. al realizar los ensayos de compresión Axial y flexión, con unidades de albañilería de la localidad de Simpapata, propiedad del Sr. Jorge Bellido Vélchez, de acuerdo a los resultados se clasifican en ladrillo tipo III, siendo Semiindustriales, razón por la cual se recomienda direccionar técnicamente a dicha cantera, y también realizar nuevas investigaciones de canteras cercanas en esa localidad, ya que el ladrillo KK de 18 huecos es transportado desde la ciudad de lima, así disminuiría el precio en la ciudad de Ayacucho y no habría escasez.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro Asto, L. (2007). *Evaluación de la calidad de ladrillo y albañilería fabricados en Ayacucho*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil), Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Alva Hurtado, J. (2003). *Diseño de Cimentaciones*. Lima, Perú: Fondo Editorial ICG.
- ANAPE. (2022). *Proceso de Fabricación del Poliestireno Expandible*. Obtenido de <http://www.anape.es/index.php?accion=producto>
- Arevalo, D., Yanchapanta, N., & Gaston, K. (2017). *Segundos de Reflexion*. Escuela Politecnica Nacional, Ecuador.
- Astroza, M. (2007). *Intensidades y Daños del Terremoto*. Centro Regional de Sismología para America del Sur, Universidad de Chile, Lima, Perú.
- Candiracci, A., Lacayo, G., & Maltez, J. (2014). *Sistema Constructivo Emmedue*. Manual Técnico. Managua, Nicaragua: Editorial Suminsa.
- Cañas, G., & Olivares, E. (2016). *Produccion de Poliestireno Expandido y Extruido*. Universidad Nacioanal Tecnologica, Buenos Aires, Argentina.
- Ceballos Cantos, L. V. (2017). *Analisis de las derivas de Pisos y asentamiento producidos por el Sismo del 16 A, a traves del software Etabs con la NEC-2015 del edificio Geovanny Soria Ubicado en la calle 108 y Ave 108, del Canton Manta, Provincia de Manabí*. (Tesis de Grado Previo a la Obtencion de Titulo de Ingeniero Civil), Univerdiad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- Cooperación Aceros Arequipa. (2010). *Construye Seguro, Manual del Maestro Constructor*. Lima, Perú.
- Cooperación Aceros Arequipa. (2020). *Fierro de Construccion-Fierro Corrugado-Barra de Acero*. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/categorias/1/fierro-de-construccion>
- Delgado Contreras, G. (2011). *Diseño de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado*. Lima, Perú: Edicivil S.R.L.
- EMMEDUE. (2018). *El sistema Constructivo, El Panel Emmedue*. Obtenido de <https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>
- Garcia Espino, I. V. (2019). *Comportamiento estructural de los sistemas de poliestireno expandido*. (Tesis para optar el titulo profesional de Ingeniero Civil), Universidad Cesar Vallejo, Lima,Perú.
- Leguía Damiano, G. (2018). *Evaluacion de la resistencia la corte y flexion de muros de albañileria confinada artesanal con carga Dinamica Ciclica*. (Tesis paa optar el Titulo

- Profesional de Ingeniería Civil), Universidad Nacional San Cristobal de Humananga, Ayacucho, Perú.
- Londoño Mendez, A. F. (2019). *Estudio y Analisis comparativo entre el Metodo Aporticado y Mamposteria Estructural, realizado en la Construcción de casas de uno y dos pisos, establecido en la empresa Panorama Grupo Constructor SAS.* (Alternativa Practica Profesional), Universidad Catolica de Colombia, Bogota, Colombia.
- Mac Donnell, h., & Mac Donnell, P. (1999). *Manual de Construcción Industrializada.* Revista Vivienda SRL, Buenos Aires, Argentina.
- Manrique, S., & Victoria, O. (2017). *Analisis Comparativo del Sistema Estructural Emedos M-2 y viviendas confinadas en la ciudad de huancavelica-2015.* (Tesis para optar el Titulo Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.
- Martínez Martínez, N. (2012). *Construcción con Paneles Estructurales de Poliestireno Expandido.* (Grado en Ingeniería de Edificación), Universidad Politecnica de Cartagena, Cartagena, España.
- Medina Bejarano, E. (2020). *Ensayo de Flexión.* Guia Laboratorio Mecanica de Materiales, colombia.
- Mendez, K. M., & Diaz, O. O. (2019). *Diseño Estructural Sismorresistente de un edificio de cuatro niveles en Concreto Armado.* (Tesis para optar el Titulo Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Faustino Sanchez Carrion, Huacho, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [ NT E.060]. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado.* Resolucion Ministerial N° 010-2009-Vivienda. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.030]. (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente.* Resolucion Ministerial N 355-2018-Vivienda. Lima, Perú: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070]. (2006). *Norma Tecnica E.070 Albañileria.* Resolución Ministerial N° 011-2006-Vivienda. Lima, Peru: El Peruano.
- Muñoz, J. (2016). *Descripcion de los sistemas constructivos.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Arte y Arquitectura Moderna y Contemporánea, Lima, Perú.
- Panelconsa. (2018). *Sistema Constructivo con Tecnología Emmedue.* Obtenido de <http://www.panelconsa.com>
- Quispe Perez, I. (2021). *Evaluacion y Analisis Experimental de calidad Estructural para la Tecnologia de Ladrillos Semi Industriales en la Provincia de Acobamba-Marcas.* (Tesis para optar el titulo de Ingeniería Civil), Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Rodriguez, V. A. (2020). *Analisis de costo y eficiencia de muros no portantes a base de tecnopor, mallas de acero y concreto; en comparacion con muros de albañileria*

*confinada no portante*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil), Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Salas Siado, J. M. (2018). *Ensayo de Compresión*. Universidad del Atlantico, Barranquilla, Colombia.

San Bartolome, A. (2009). *Evaluacion experimental del sistema constructivo M2*. (Informe técnico solicitado por Paneles y construcciones PANECONS S.A.), Laboratorio de estructuras Pontificia Universidad Catolica del Peru, Lima, Perú.

San Bartolome, Angel. (1994). *Construcciones de Albañileria, comportamiento sismico y diseño estructural*. Pontificia Universidad Catolica del Perú, Lima, Perú.

Siderperu. (2021). Mallas Electrosoldadas de alambre liso y corrugado para refuerzo de Concreto. *Gerdau, Lima, Perú*.

Solis Ventura O, et al. (2022). *Revocadora optimizadora con sistema de aire (AIRSISRO)*. Ingeniería en mantenimiento área Industrial, Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, Mexico.

Velastegui, J. C. (2013). *Estado del Arte del Sistema M2 para Edificios de Altura*. (Proyecto previo a la obtencion del título de Ingeniero Civil), Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

Wikipedia. (2022). *Flexión Mecanica*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Flexi%C3%B3n\\_mec%C3%A1nica](https://es.wikipedia.org/wiki/Flexi%C3%B3n_mec%C3%A1nica)

## ANEXO A

### A.1) Tabla de clases de unidades de Albañilería

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f'_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006)

### A.2) Tabla de Resistencias Características de la Albañilería

TABLA 7 RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA MPa (kg/cm <sup>2</sup> )				
Materia Prima	Clase	UNIDAD $f'_b$	PILAS $f'_m$	MURETES $v'_m$
Arcilla	Clase I - Artesanal	4,9 (50)	3,4 (35)	0,50 (5,1)
	Clase II - Artesanal	6,9 (70)	3,9 (40)	0,55 (5,6)
	Clase III - Artesanal	9,3 (95)	4,6 (47)	0,64 (6,5)
	Clase IV - Industrial	12,7 (130)	6,4 (65)	0,79 (8,1)
	Clase V - Industrial	17,6 (180)	8,3 (85)	0,90 (9,2)
Concreto	Industrial portante	17,5 (178)	7,0 (71)	0,44 (4,5)
Sílice-cal	Industrial portante	12,6 (129)	10,1 (103)	0,93 (9,5)

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006)

### A.3) Tabla de Factores de Corrección por Esbeltez

TABLA 8 FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [NT E.070], 2006)

# ANEXO B

## B.1) Reporte de ensayo de Compresión Axial realizados

		<b>ENSAYO DE LABORATORIO</b> <b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE</b> <b>PILA DE ALBANILERIA</b>										
<b>TESIS:</b> *ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA 3885 7MX-P DE PUTAGA, AYACUCHO 2022*		<b>REGISTRO:</b> 001		<b>NOVIEMBRE 2022</b>								
<b>TESTISTA:</b> BACH. FIDEL ANTONIO QUISPE JAYO		DEPARTAMENTO: AYACUCHO    PROVINCIA: HUAMANGA DISTRITO: AYACUCHO    LOCALIDAD: AYACUCHO		FECHA:								
ITEM	FECHA DE MUESTREO	PESO (Kp)	LARGO DEL ESPECIMEN (cm)	ANCHO DEL ESPECIMEN (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA DEL ESPECIMEN (cm2)	FECHA DE ROTURA	EDAD	LECTURA DIGITAL (Kn)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA ESPECIFICA DEL ESPECIMEN (kg/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO DEL ESPECIMEN (kg/cm2)
M-1	14/10/2022	15.753	23.02 23.00	13.01 13.00	30.89 30.85	299.25	21/10/2022	7	230.2	23,473.86	78.44	72.24
M-2	14/10/2022	14.939	23.04 23.01	12.96 12.99	30.89 30.86	298.98	21/10/2022	7	148.9	15,183.57	50.78	
M-3	14/10/2022	14.652	23.11 23.09	12.99 13.00	30.99 30.95	300.18	21/10/2022	7	257.6	26,267.88	87.51	
M-4	14/10/2022	14.698	23.09 23.01	12.96 12.98	30.75 30.70	298.57	28/10/2022	14	202.8	20,679.84	69.26	75.57
M-5	14/10/2022	14.762	23.02 23.02	12.91 12.96	30.81 30.80	297.76	28/10/2022	14	242.2	24,697.52	82.94	
M-6	14/10/2022	14.825	22.98 23.00	12.98 12.99	30.81 30.81	298.53	28/10/2022	14	218.1	22,240.01	74.50	
M-7	14/10/2022	14.120	22.97 22.96	12.83 12.92	30.78 30.75	295.67	11/11/2022	28	300.9	30,683.25	103.77	92.65
M-8	14/10/2022	14.765	23.11 23.10	12.84 12.86	30.85 30.85	296.90	11/11/2022	28	285.2	29,082.30	97.95	
M-9	14/10/2022	14.755	23.01 23.00	12.87 12.90	30.74 30.72	296.42	11/11/2022	28	222.4	22,678.48	76.51	
M-10	14/10/2022	14.618	22.96 22.96	12.91 12.94	30.84 30.82	296.89	11/11/2022	28	268.9	27,420.16	92.36	



*Fidel Antonio Quispe Jayo*

FIDEL ANTONIO QUISPE JAYO  
TESTISTA

V° B°



**ENSAYO DE LABORATORIO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE  
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON ACERO DE M. E.**

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAGA, AYACUCHO, 2022"

TESISTA: BACH. FIDEL ANTONIO QUISPE JAYO  
 DEPARTAMENTO: AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA  
 DISTRITO: AYACUCHO LOCALIDAD: AYACUCHO  
 REGISTRO: 002  
 FECHA: NOVIEMBRE 2022

CODIGO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	PESO (kg)	ANCHO DEL ESPECIMEN (cm)	LARGO DEL ESPECIMEN (cm)	ALTURA (cm)	AREA BRUTA DEL ESPECIMEN (cm <sup>2</sup> )	FECHA DE ROTURA	EDAD	LECTURA DIGITAL (Kn)	LECTURA DIGITAL (kg)	RESISTENCIA ESPECIFICA DEL ESPECIMEN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO DEL ESPECIMEN (kg/cm <sup>2</sup> )
P-1	14/10/2022	10.963	13.12 13.10	23.13 23.10	31.08 31.06	303.04	21/10/2022	7	152.0	15.489.68	51.15	
P-2	14/10/2022	11.020	13.10 13.09	23.05 23.03	31.20 31.15	301.71	21/10/2022	7	111.9	11.410.62	37.82	44.83
P-3	14/10/2022	10.896	13.05 13.06	23.10 23.09	31.12 31.15	301.51	21/10/2022	7	134.6	13.725.38	45.52	
P-4	14/10/2022	10.862	13.04 13.02	23.02 23.01	31.08 31.06	299.89	28/10/2022	14	149.6	15.254.95	50.87	
P-5	14/10/2022	10.752	13.10 13.12	23.01 23.03	31.10 31.10	301.79	28/10/2022	14	132.1	13.470.45	44.63	46.83
P-6	14/10/2022	10.840	13.15 13.15	23.04 23.05	31.15 31.12	302.70	28/10/2022	14	131.8	13.439.86	44.40	
P-7	14/10/2022	10.765	13.05 13.10	23.10 23.08	31.20 31.18	302.25	11/11/2022	28	160.8	16.397.03	54.25	
P-8	14/10/2022	10.652	13.11 13.13	23.08 23.11	31.13 31.12	303.01	11/11/2022	28	172.0	17.539.12	57.88	57.84
P-9	14/10/2022	10.648	13.05 13.05	23.12 23.14	31.15 31.12	301.73	11/11/2022	28	197.8	20.169.98	66.85	
P-10	14/10/2022	10.745	13.10 13.08	23.15 23.12	31.10 31.12	302.84	11/11/2022	28	155.5	15.856.58	52.36	



*[Handwritten Signature]*

FIDEL ANTONIO QUISPE JAYO  
TESISTA

## B.2) Reporte de ensayo de Flexión realizados

FORMATO		Código	AE-FO-124
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DE LA PILA DE ALBANILERIA		Versión	01
		Fecha	NOVIEMBRE 2022
		Página	1 de 2

<b>TESIS</b> : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLEESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851MX-P DE PUTAJO, AYACUCHO 2022. <b>TESISTA</b> : Bach. Fidel Antonio Quijpe Jayo <b>CÓDIGO DE PROYECTO</b> : N° 53-2022-LABINGEOMAX <b>UBICACIÓN</b> : AYACUCHO <b>FECHA DE EMISIÓN</b> : NOVIEMBRE DE 2022 <b>Tipo de muestra</b> : Mortero + ladrillo <b>Presentación</b> : Pila de ladrillo	REGISTRO N°: N°53-2022-LABINGEOMAX REALIZADO POR : H. Dueñas REVISADO POR : M. Morle FECHA DE ENSAYO : INDICADA
--	--

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PILAS DE ALBANILERIA												
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ANCHO PROM. (b) cm	LARGO PROM. cm	ESPESO R PROM. (e) cm	AREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MÁXIMA kN	FUERZA MÁXIMA kg	EDAD	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L) cm	MÓDULO DE ROTURA F <sub>t</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO F <sub>t</sub> (Kcal/cm <sup>2</sup> )
PILAS DE ALBANILERIA M-1	15/10/2022	22/10/2022	22.98	41.40	12.83	951.17	12.50	1,274.65	7 días	30.00	15.18	
PILAS DE ALBANILERIA M-2	15/10/2022	22/10/2022	23.18	40.73	12.78	943.80	14.10	1,437.80	7 días	30.00	17.11	18.31 kg/cm <sup>2</sup>
PILAS DE ALBANILERIA M-3	15/10/2022	22/10/2022	23.05	41.30	12.83	951.97	18.70	1,906.87	7 días	30.00	22.63	
PILAS DE ALBANILERIA M-4	15/10/2022	29/10/2022	23.00	41.48	12.83	953.93	12.10	1,233.86	14 días	30.00	14.68	
PILAS DE ALBANILERIA M-5	15/10/2022	29/10/2022	23.05	41.38	12.73	953.69	15.20	1,549.97	14 días	30.00	18.69	18.64 kg/cm <sup>2</sup>
PILAS DE ALBANILERIA M-6	15/10/2022	29/10/2022	23.08	40.85	12.88	942.84	18.80	1,917.07	14 días	30.00	22.55	
PILAS DE ALBANILERIA M-7	15/10/2022	12/11/2022	23.18	41.53	12.83	962.48	17.70	1,804.90	28 días	30.00	20.98	
PILAS DE ALBANILERIA M-8	15/10/2022	12/11/2022	23.08	40.83	12.95	942.17	12.90	1,315.43	28 días	30.00	15.30	
PILAS DE ALBANILERIA M-9	15/10/2022	12/11/2022	23.03	41.15	12.88	947.50	16.50	1,682.53	28 días	30.00	19.84	19.34 kg/cm <sup>2</sup>
PILAS DE ALBANILERIA M-10	15/10/2022	12/11/2022	23.13	41.30	12.83	955.06	17.60	1,794.70	28 días	30.00	21.23	

**OBSERVACIONES:**

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOMAX SAC.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOMAX SAC

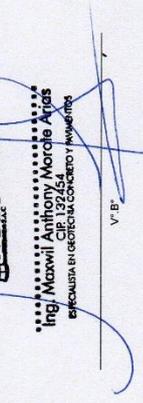
  



**INGEOMAX**  
 INGENIERÍA DE CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA

**Ing. Maxwil Anthony Morle Rojas**  
 CIP: 13245  
 ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN Y ARQUITECTURA

V. B.



Bach. Fidel Antonio Quijpe Jayo  
 Tesisista

DIRECCION JR. CIPRO ALEGRIA 416 - Jesús Nazareno - Ayacucho, CBL 09952840, (RPN) 893814401 E-MAIL: ingeomax@normal.com, laboratorio.ingeomax@gmail.com

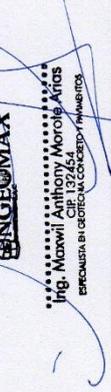
	<b>FORMATO</b>			Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA ELECTROSOLDADA</b>			Versión	01
				Fecha	NOVIEMBRE 2022
				Platina	2 de 2

**TESIS** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTADA, AYACUCHO 2022.  
**REGISTRO N°** : M356-2022-LABINGEOMAX  
**REALIZADO POR** : H. Dueñas  
**REVISADO POR** : M. Morote  
**FECHA DE ENSAYO** : INDICADA  
**FECHA DE EMISIÓN** : NOVIEMBRE DE 2022  
**TIPO DE MUESTRA** : Poliestireno + mortero + M.E.  
**PRESENTACIÓN** : Panel de Poliestireno

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E.												
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LARGO cm	ALTURA cm	ANCHO cm	AREA cm2	FUERZA MÁXIMA kN	FUERZA MÁXIMA kg	EDAD	DISTANCIA ENTRE APOYOS (L) cm	MÓDULO DE ROTURA F <sub>t</sub> (Kg/cm2)	MÓDULO DE ROTURA
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-1	15/10/2022	22/10/2022	23.55	41.075	12.975	305.56	24.80	2,528.90	7 días	30.00	28.70	
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-2	15/10/2022	22/10/2022	23.58	41.125	12.85	302.94	27.30	2,783.82	7 días	30.00	32.18	32.58 kg/cm2
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-3	15/10/2022	22/10/2022	23.55	41.125	12.825	302.03	31.10	3,171.32	7 días	30.00	36.84	
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-4	15/10/2022	29/10/2022	23.50	41.375	12.975	304.91	26.40	2,692.05	14 días	30.00	30.62	
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-5	15/10/2022	29/10/2022	23.65	41.375	12.625	298.58	34.50	3,516.02	14 días	30.00	42.00	36.67 kg/cm2
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-6	15/10/2022	29/10/2022	23.63	41.375	12.75	301.22	31.30	3,191.71	14 días	30.00	37.40	
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-7	15/10/2022	12/11/2022	23.58	41.375	13.1	308.83	37.90	3,864.72	28 días	30.00	42.99	
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-8	15/10/2022	12/11/2022	23.45	40.95	13	304.85	36.40	3,711.77	28 días	30.00	42.15	
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-9	15/10/2022	12/11/2022	23.08	41.775	13.225	305.17	29.20	2,977.57	28 días	30.00	33.20	38.95 kg/cm2
PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E. P-10	15/10/2022	12/11/2022	23.45	41.075	12.95	303.68	32.10	3,273.29	28 días	30.00	37.46	

**OBSERVACIONES:**  
 • Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOMAX SAC.  
 • Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 • Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOMAX SAC.

  
**Ing. Maxwil Anthony Morote Arias**  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO ARMADO

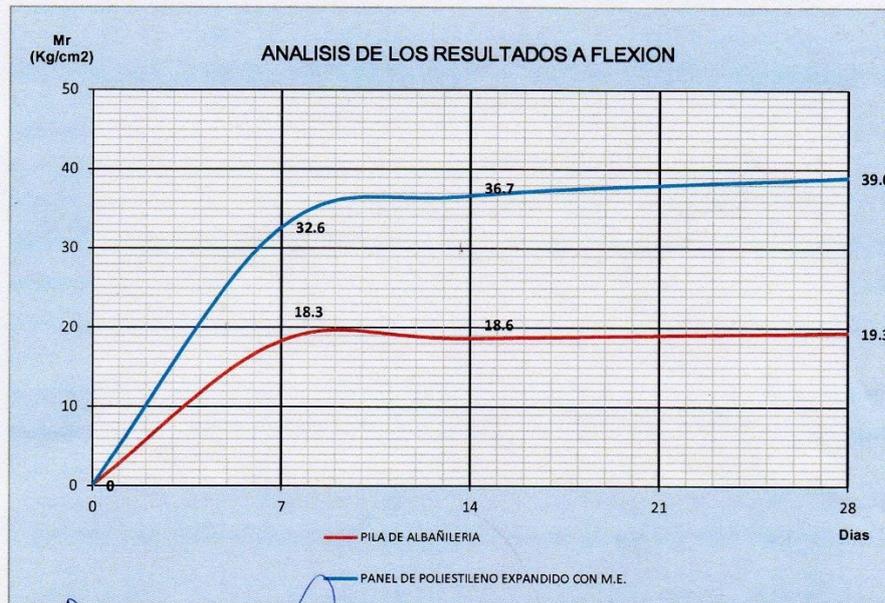
V-B  
  
 Beth Fidal Antonio Quispe Jayo  
 TESISISTA

DIRECCION: JR. CARO ALEGRIA 416 - Zona Nueva - Huancayo, C.E. 39020000. RPA: #99252405. EMAIL: ingeomax@ingeomax.com, maxwil@ingeomax.com

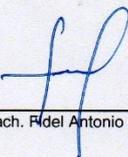
	<b>FORMATO°</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-124</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2020</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE ROTURAS**

EDADES (DIAS)	PILA DE ALBAÑILERIA	PANEL DE POLIESTILENO EXPANDIDO CON M.E.
7	18.3	32.6
14	18.6	36.7
28	19.3	39.0



  
 .....  
**Ing. Maxwil Anthony Morote Arias**  
 CIP. 132454  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 \_\_\_\_\_  
 V°B°

  
 \_\_\_\_\_  
 Bach. Fidel Antonio Quispe Jayo

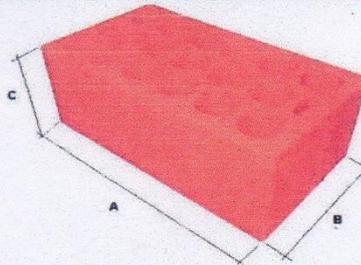
## ANEXO C

### C.1) Reporte de Certificados de Calidad y/o Fichas Técnicas



#### FICHA TECNICA

LADRILLO KING KONG 18 HUECOS  
 STANDARD  
 Para Muro Portante  
 Según  
 NTP 399.613  
 NTP 399-604  
 RNE.070



DIMENSIONES	Especificaciones técnicas
A	23.0 CM
B	13.0 cm
C	9.0 cm
Piezas por m2 (soga)	36 (mortero de 1.5 cm)
Peso Nominal (kg)	2.80 KG
Absorción de agua(%)	menor a 22%
Area de Vacios	48%
Alabeo	menor a 2 mm
Densidad	1.95 gr/cm3
Presentación	Liso
Color	Naranja Rosaceo
Material	100% Arcilla, extruido y horneado a 1020 °C
Nota.- Todas las medidas y pesos son nominales, pueden registrarse variaciones	
PROPIEDADES	MECANICAS
Resistencia a la Flexo tracción	110.0 kg/cm2

Ladrillo para ser usado en la construccion de muros PORTANTES,

Actualizado a enero 2021

LADRILLOS PUKARA EIRL

FABRICA: Simpapata Km 4.5 Carretera Lagunillas Compañía

Ventas : Jr. Las Azucenas 176 - Urb- Jardín - Ayacucho



PERU

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"AÑO DE LA PROMOCIÓN DE LA INDUSTRIA RESPONSABLE Y DEL COMPROMISO CLIMÁTICO"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 69238 - 01A - 2014  
PETICIONARIO : PUKARÁ LADRILLOS S.R.L.  
ATENCIÓN : ING. JORGE BELLIDO VÍLCHEZ  
OBRA : CONTROL DE CALIDAD  
UBICACIÓN : KM 4.5 CARRETERA LAGUNILLAS SIMPAPATA - SAN JOSÉ DE TICLLAS - HUAMANGA  
AYACUCHO - PROV. HUAMANGA - DEP. AYACUCHO  
FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 08 DE SETIEMBRE DEL 2014  
FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 09 DE SETIEMBRE DEL 2014 (FACT. No. 040-039482)  
FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 15 DE SETIEMBRE DEL 2014

INFORME (PÁGINA 1 DE 1)

Código : NTP 399.613: 2005  
Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.  
Método de ensayo : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

IDENTIFICACIÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	W (N)	C (MPa)
1	243.0	132.0	32076	365588	11.40
2	242.0	132.5	32065	330490	10.31
3	242.5	132.0	32010	344314	10.76
4	242.0	132.5	32065	369706	11.53
5	242.5	132.0	32010	370196	11.57
PROMEDIO					11.11

FORMULA :

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia compresión del espécimen, MPa.  
W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo.  
A = Promedio del área bruta en mm<sup>2</sup>

1N = 0,102 kg

1lb = 4,448 N

1MPa = 10,2 kg/cm<sup>2</sup>

NOTA:

EL ENSAYO A LA COMPRESIÓN SE REALIZÓ SOBRE LADRILLO ENTERO

OBSERVACIONES:

- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Ladrillera Pukará Ladrillos S.R.L. Tipo King Kong 18 Huecos, Marca Pukará.
- Se realizó el refrentado con yeso cemento
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI. G004 : 1993).

Equipos Utilizados :

Calibrador de longitud utilizado : 534-101, calibrado con Indecopi (Certificado de Calibración LLA- 483 -2013).

Equipo utilizado : ACCU-TEK 250, calibrado con CELDA EIRL ( Certificado de Calibración CMC - 122-2013 ), patrones trazados con Morehouse No. De serie C-8294 Clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-06 (Certificado de Calibración de Reporte No. C-8294D0512)

TECNICO LAC-LEM

J.B.S

FECHA DE EJECUCIÓN ENSAYO

2014/09/15.

P.CH

ING. JORGE BELLIDO VÍLCHEZ  
DIRECTOR GENERAL

Ing. VANNA GUFFANTI PARRA  
Jefe del Laboratorio de  
Ensayo de Materiales

Av. De La Poesía Nº 351 – San Borja / Calle De La Prosa Nº 176 – San Borja  
Teléfono: 211-6300 anexos 1700 / 1701, e-mail: mvalle@sencico.gob.pe  
www.sencico.gob.pe



PERU

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"AÑO DE LA PROMOCIÓN DE LA INDUSTRIA RESPONSABLE Y DEL COMPROMISO CLIMÁTICO"

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

EXPEDIENTE : 69440 - 02 - 2014  
 PETICIONARIO : PUKARA LADRILLOS S.R.L.  
 ATENCIÓN : ING. JORGE BELLIDO VILCHEZ  
 OBRA : CONTROL DE CALIDAD  
 UBICACIÓN : KM 4.5 CARRETERA LAGUNILLAS SIMPAPATA - SAN JOSÉ DE TICLLAS - HUAMANGA AYACUCHO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN BORJA, 22 DE SETIEMBRE DEL 2014  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 22 DE SETIEMBRE DEL 2014 (FACT. No. 040-039693)  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 30 DE SETIEMBRE DEL 2014

INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 01 DE 01)

Código : NTP 399.605:2003  
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería

IDENTIFICACIÓN	h (mm)	e (mm)	RELACION h/e	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	P (N)	f <sub>m</sub> (kPa)	f <sub>m</sub> corregido (kPa)
1	330.1	130.0	2.54	31330	256765	8195	8500
2	330.9	130.0	2.55	31200	248333	7959	8300
3	331.2	130.0	2.55	31330	245196	7826	8150
PROMEDIO							8300

DONDE:

f<sub>m</sub> = Resistencia a la compresión de cada prisma (kPa)

NOTA ILUSTRATIVA: 1 lb = 4,448 N 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizadas por el peticionario.
- Número de unidades que conforman cada prisma : 03 unidades
- Cemento marca y tipo : Sol Tipo I Portland ; Proporción del mortero 1 : 3
- Agregado fino procedente de la Cantera Chillico.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Ladrillera Pukara Ladrillos S.R.L. Tipo King Kong 18 Huecos Tipo IV. Marca Pukara.
- Los prismas fueron asentados por personal del LAC, a solicitud del peticionario. Fecha de asentado : 2014/09/23
- Se ensayó a compresión el 2014/09/30, a solicitud del peticionario.
- Para el refrentado se utilizó yeso cemento.

Equipos Utilizados :

\_Calibrador de longitud utilizado : 534-101, calibrado con Indecopi (Certificado de Calibración LLA-246-2013).

\_Equipo utilizado : ACCU-TEK 350, calibrado con CELDA EIRL (Certificado de Calibración CMC - 019-2014), patrones trazados con Morehouse No. De serie C-8294 Clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-06 (Certificado de Calibración de Reporte No. C-8294D0512)

TÉCNICO LAC-LEM : J.B.S

FECHA DE EJECUCIÓN ENSAYO : 2014/09/30

P.C.I

Ing. VANIA GUFFANTI PARRA  
 Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales



## LOSAL – Maquinarias De Tecnopor Ayacucho

SOMOS UNA EMPRESA DEDICA A LA FABRICACION DE  
PRODUCTOS DE POLIESTIRENMO EXPANDIDO Y MAQUINARIA

### PESO UNITARIO DE LOS MATERIALES

Proyecto : "ANALISIS DE TECNOPOR"  
Solicitante : Sr. Fidel Antonio Quispe Jayo  
Responsable : Fábrica de Tecnopor Ayacucho  
Material : POLIESTIRENO EXPANDIBLE  
Fecha : 06 en FEBRERO DE 2023

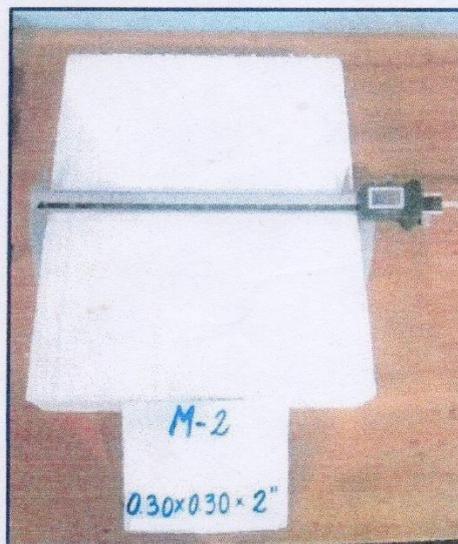
Región : AYACUCHO  
Provincia : HUAMANGA  
Distrito : CARMEN ALTO  
Dirección : Jr. Progreso 565 Carmen Alto

Carmen alto – Huamanga – Ayacucho

### TECNOPOR PARA CONSTRUCCION PESO UNITARIO APARENTE (PUA)



MUESTRA REPRESENTATIVA N° 01



MUESTRA REPRESENTATIVA N° 02



FABRICA DE TECNOPOR  
*Casimiro Quispe Sulcarayme*  
GERENTE

Nota: La muestra representativa fue proporcionada por el responsable.



## LOSAL – Maquinarias De Tecnopor Ayacucho

SOMOS UNA EMPRESA DEDICA A LA FABRICACION DE  
PRODUCTOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO Y MAQUINARIA

### PESO UNITARIO DE LOS MATERIALES

Proyecto	: "ANALISIS DE TECNOPOR"	Región	: AYACUCHO
Solicitante	: Sr. Fidel Antonio Quispe Jayo	Provincia	: HUAMANGA
Responsable	: Fábrica de Tecnopor Ayacucho	Distrito	: CARMEN ALTO
Material	: POLIESTIRENO EXPANDIBLE	Dirección	: Jr. Progreso 565 Carmen Alto
Fecha	: 06 en FEBRERO DE 2023	Carmen alto – Huamanga – Ayacucho	

### TECNOPOR PARA CONSTRUCCION

#### PESO UNITARIO APARENTE (PUA)

N.º DE ENSAYO		Ensayo N° 01	Ensayo N° 02
A	Peso del material (gr)	23,72	53,51
B	Área de la muestra representativa (cm <sup>2</sup> )	406.28	912.09
C	Altura de la muestra representativa (cm)	5.06	5.11
D	Volumen de la muestra representativa (cmm = (B)·(C))	2,055.77	4,660.77
E	Peso Unitario del material (gr/cmm = (A)/(D))	0.01	0.01
F	Peso Unitario del material (Kg/m <sup>3</sup> )	11.54	11.48
PROMEDIO PUA (Kg/m <sup>3</sup> )		<b>11.51</b>	

Se expide el presente certificado para los fines que estime por conveniente.

FABRICA DE TECNOPOR  
  
 Casimiro Quispe Sulcarayme  
 GERENTE

Nota: La muestra representativa fue proporcionada por el responsable.

# CERTIFICADO

**DE CALIDAD 10/22 - 050**

**CLIENTE** : CORSA E.I.R.L  
**PRODUCTO** : MALLA SOLDADA GALVANIZADA  
**TIPO** : 2 x 2 - 12 - 1.52 y 2.02 m  
**PEDIDO DE VENTA** : 024  
**ENTREGA** : 06/10/22  
**FECHA DE EMISION** : 06/10/22

VILLAVAR S.A.C. Certifica que los materiales suministrados cumplen con las siguientes especificaciones técnicas:

### ALAMBRES GALVANIZADOS PARA MALLA ELECTROSOLDADA

DIAMETRO		RESISTENCIA	CAPA DE ZINC
nominal	toler (+/-)	Kg/mm <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>
mm		mínimo	
2.50	0.06	60	60

### TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES DE LAS MALLAS GALVANIZADAS

ANCHO	LARGO	ESPACIAMIENTOS DE LOS ALAMBRES INDIVIDUALES	RESISTENCIA AL CIZALLE DE LA SOLDADURA
mm	mm	mm	Torque Nm
+/-6,35	25 mm ó 1% EL QUE SEA MAS GRANDE	+/-6,35	15

El producto descrito cumple con las siguientes normas técnicas:

**ASTM - A 496 Standard Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement**  
Resistencia a la tracción y fluencia inc. 6,8,9 y 10 del alambre

**ASTM - A 497 Standard Specification for Steel Welded Wire Fabric, Deformed, for Concrete Reinforcement**  
Soldadura y resistencia al cizalle inc. 6,9,7,3 de la malla

**ASTM - A 641 Standard Specification for Zinc - Coated (galvanized) Carbon Steel wire**  
Para el Recubrimiento Metálico

**ASTM - A 82 Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement**  
Diámetro y tolerancia del alambre

**ASTM - A 185 Standard Specification for Steel Welded Wire Fabric, Plain, for Concrete Reinforcement**  
Dimensiones y tolerancias de la malla



<b>MALLAS TEJIDAS &amp; SOLDADAS VILLAVAR</b>	<b>FICHA TECNICA</b>
	<b>1104717 MALLA ELECTRO 2X2-12-1.50X20M</b>

## DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Las mallas electrosoldadas NRO.12 son fabricadas con varillas longitudinales y transversales de acero galvanizado que se cruzan en forma ortogonal, siendo soldadas por fusión eléctrica en sus intersecciones, lo cual permite una distribución de los esfuerzos en el elemento estructural.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Diámetro		Resistencia	Adherencia y Enrollamiento	Capa de zinc	Peso
nominal	Tolerancia (+/-)	mínima	mínima	mínima	aprox
mm	mm	Kg/mm <sup>2</sup>	-	g/m <sup>2</sup>	Kg
2.50	0.05	56	10	40	58.01

Ancho	Largo	Sobrelargos de Alambres Transversales	Espaciamientos de Alambres Individuales	Resistencia al Cizalle de la Soldadura	
Tolerancia (+/-)	Tolerancia (+/-)	Tolerancia (+/-)	Tolerancia (+/-)	mínima	Torque
mm	%	mm	mm	N	Nm
+/- 13	-0 / +1	+/- 13	+/- 6.35	241 x A ( mm <sup>2</sup> )	15

(\*) Distancia entre puntas de los alambres excedentes de la malla (sobrelargos).

- Norma de referencia ASTM A185, ASTM A082 y ASTM A641.
- Tamaño de celda : 2x2 pulg.



## PRESENTACIÓN

- En rollos, sujeto en su extremo para mantener su forma y evitar desenrollamiento.
- Se encuentran identificadas con una tarjeta con la descripción del producto.

**ENSAYOS ESTÁNDARES DE AGREGADO FINO  
(ARENA GRUESA)**



**“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA  
CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO  
CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAQA, AYACUCHO 2022”**

Región : Ayacucho  
Provincia : Huamanga  
Distrito : Ayacucho

NOVIEMBRE DE  
2022



ENSAYO DE LABORATORIO

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204 - 2000)

PROYECTO: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE: BACH. FIDEL ANTONIO QUISPE JAYO

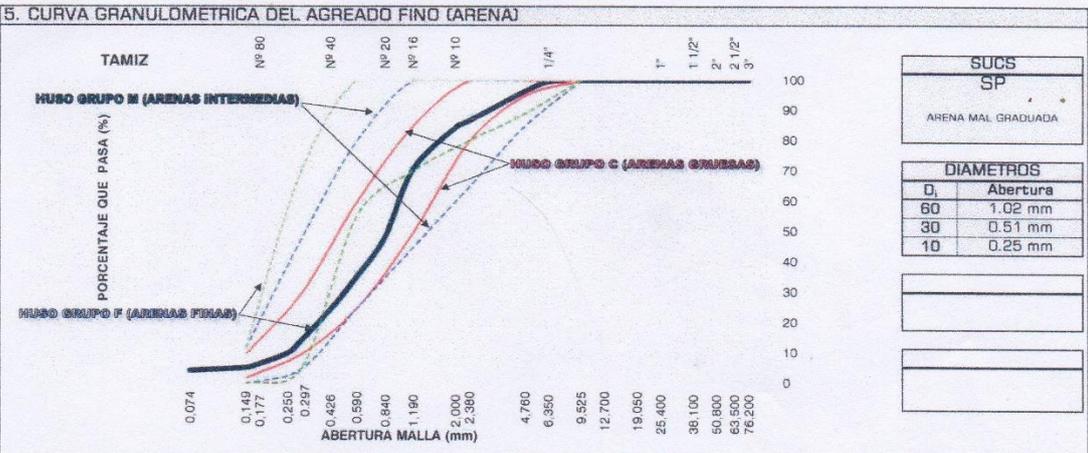
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: Ayacucho PROVINCIA: Huamanga LOCALIDAD: Ayacucho

REGISTRO: 001

ITEM: FECHA: NOVIEMBRE, 2022

1. MUESTRA CANTERA: CHILICO MATERIAL: AGREGADO FINO	2. PERSONAL OPERADOR: K.O.C ASISTENTE: W.A.J
---	--

3. TAMIZADO						4. RESUMEN		
N°	ASTM	ABERTURA (mm)	RETENIDO		PASANTE	ESPECIF. LIM. TOTAL	DESCRIPCIÓN	VALOR
			PESO (g)	%				
DATOS GENERALES								
1	3"	76.200		0.00			Peso muestra seca	3.242 g
2	2 1/2"	63.500		0.00			Peso muestra seca y lavada	3.103 g
3	2"	50.800		0.00			Perdida por lavado	139 g
4	1 1/2"	38.100		0.00			ENSAYOS ESTANDAR	
5	1"	25.400		0.00			% Grava	3.61%
6	3/4"	19.050		0.00			Grava Gruesa-Hasta (N°1 1/2)	0.00%
7	1/2"	12.700		0.00			Grava Fina-Hasta (N°4)	3.61%
8	3/8"	9.525		0.00	100.00	100	% Arena	92.11%
9	1/4"	6.350	14.70	0.45	99.55		Arena Gruesa-Hasta (N°10)	12.16%
10	N°4	4.750	102.4	3.16	96.39	89 100	Arena Media-Hasta (N°40)	59.81%
11	N°8	2.380	316.00	9.75	86.64	65 100	Arena Fina-Hasta (N°100)	20.14%
12	N°10	2.000	78.10	2.41	84.23		% Finos	4.28%
13	N°16	1.190	443.80	13.69	70.54	45 100	COEFICIENTES	
14	N°20	0.840	718.90	22.18	48.37		Uniformidad (Cu)	4.10
15	N°30	0.590	427.20	13.18	35.19	25 100	Curvatura (Cc)	1.02
16	N°40	0.426	349.20	10.77	24.42		D15(mm) =	0.31
17	N°50	0.297	329.00	10.15	14.27	5 70	D50(mm) =	0.87
18	N°60	0.250	137.90	4.25	10.02		D85(mm) =	2.12
19	N°80	0.177	111.20	3.43	6.59		Tamaño Maximo (Pulg)"	0
20	N°100	0.149	42.00	1.30	5.29	0 12	Tamaño Maximo Nominal (Pulg)"	N°8
21	N°200	0.075	32.900	1.01	4.28		Gravedad especifica	2.48
22	Fondo		0.0	0.00			Modulo de Fineza	2.92
23	Lavado		138.6	4.28			Superficie especifica (cm2/gr)	64.15
24	TOTAL		3241.9	100.00				



6. EQUIPOS DE MEDICIÓN			7. TAMICES						
EQ	Balanza	Balanza	Horno	Tamiz 2"	Tamiz 3.8"	Tamiz # 4	Tamiz # 10	Tamiz # 40	Tamiz #200
ID	SE6001F	SE6001F	AUTCOMP	FORNEY	FORNEY	FORNEY	FORNEY	FORNEY	FORNEY

8. DESCRIPCIÓN DEL AGREGADO

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Revisado por: \_\_\_\_\_

**AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
**Ing. Welhner Aquisse Janampa**  
 CIP. 266644  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**ENSAYO DE LABORATORIO**

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2000)**

**PROYECTO:** "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAQA, AYACUCHO 2022"

**SOLICITANTE:** BACH. FIDEL ANTONIO QUISPE JAYO

**UBICACIÓN:** DEPARTAMENTO: Ayacucho PROVINCIA: Huamanga  
DISTRITO: AYACUCHO LOCALIDAD: Ayacucho

**REGISTRO:** 001

**FECHA:** NOVIEMBRE, 2022

**ITEM:**

**1. MUESTRA**

CANTERA: CHILLICO  
MATERIAL: AGREGADO GRUESO

**2. PERSONAL**

OPERADOR: K.O.C  
ASISTENTE: W.A.J

**3. AGREGADO FINO**

PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)				
Nº DE ENSAYO		Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A	Peso Molde (gr)	2275	2275	2275
B	Peso Agregado + Molde (gr)	6697	6691	6684
C	Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4422	4418	4409
D	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2813	2813	2813
E	Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1572.0	1569.9	1567.4
		PROMEDIO PUSS (Kg/m <sup>3</sup> )		
		1569.7		
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO				
Nº DE ENSAYO		Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A	Peso Molde (gr)	2275.0	2275.0	2275.0
B	Peso Agregado + Molde (gr)	6976.0	6967.0	6994.0
C	Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4701.0	4712.0	4719.0
D	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2813.0	2813.0	2813.0
E	Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1671.2	1675.1	1677.6
		PROMEDIO PUCS (Kg/m <sup>3</sup> )		
		1674.6		

**5. EQUIPOS DE MEDICIÓN**

EQ	Balanza	Balanza	Horno
ID	SE6001F	R31P30	AUTCOMP

**6. MOLDES DE PESO UNITARIO**

**7. DESCRIPCIÓN DEL AGREGADO**

Elaborado por:

Revisado por:

**AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
 Ing. Welhner Aquise Janampa  
 CIF. 266644  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y ENMENDOS



ENSAYO DE LABORATORIO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

PROYECTO: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE: BACH. FIDEL ANTONIO QUIÑESE JAYO

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: Ayacucho PROVINCIA: Huamanga  
DISTRITO: AYACUCHO LOCALIDAD: Ayacucho

REGISTRO: 001

FECHA: NOVIEMBRE, 2022

ITEM:

1. MUESTRA		2. PERSONAL	
CANTERA: CHILLICO		OPERADOR: K.C.C	
MATERIAL: AGREGADO GRUESO		W.A.J	

3. AGREGADO GRUESO (MTC E 206 - 2000, NTP 400.021)

OBJETIVO: Obtencion de los Pesos Especificos aparente y nominal, asi como la absorcion despues de 24 horas de sumergidos en agua.

DEFINICIONES: En un solido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacios accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado aparente, si se excluye este volumen de vacios al volumen resultante, se le denomina nominal.

4. AGREGADO FINO (MTC E 205 - 2000)

	IDENTIFICACION		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
1	Peso al aire de la muestra secada	gr	190.78	192.12	
2	Peso del Picnometro aforado lleno de agua	gr	364.62	368.43	
3	Peso del Picnometro con la muestra y agua	gr	488.22	491.98	
	Peso de la muestra en SSS	gr	200.63	200.87	
	Peso Especifico Aparente = $A/(B-C-S)$		2.48	2.48	2.48
	Peso Especifico Aparente SSS = $S/(B-C+S)$		2.60	2.60	2.60
	Peso Especifico Nominal = $A/(A-C-B)$		2.84	2.80	2.82
4	% de Absorcion = $((S-A)/A) \times 100$	%	5.16	4.56	4.86

Porcentaje que pasa la Malla Nº4 (%)	91.8
Gravedad especifica de los solidos	2.48

5. EQUIPOS DE MEDICION			6. CANASTILLA - FIOLAS - CONO DE ABSORCION			
EQ	Balanza	Balanza	Horno	CANASTILLA	FIOLA	CONO DE ABSORCION
ID	SE6001F	R31P30	AUTCOMP			

7. DESCRIPCION DEL AGREGADO

Elaborado por: \_\_\_\_\_ Revisado por: \_\_\_\_\_

**AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.**  
 Ing. Welhner Aquise Janampa  
 CIP. 266644  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE LABORATORIO

EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS Y AGREGADOS FINOS (MTC E 114-2000, ASTM D 2419, AASHTO T 176)

PROYECTO: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAGA, AYACUCHO 2022"

SOLICITANTE: BACH. FIDEL ANTONIO QUISPE JAYO

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: Ayacucho PROVINCIA: Huamanga  
DISTRITO: AYACUCHO LOCALIDAD: Ayacucho

REGISTRO: 001

FECHA: NOVIEMBRE 2022

ITEM:

<b>1. MUESTRA</b>	<b>2. PERSONAL</b>
UBICACION: CHILLICO	OPERADOR: K.O.C
MATERIAL: AGREGADO GRUESO	ASISTENTE: W.A.J

Descripcion	Ensayo N° 1	Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3
Nivel superior de la muestra total	mm	125.0	122.0	123.0
Nivel del disco en el dispositivo de lecturas	mm	362.0	365.0	363.0
Altura del disco en el dispositivo de lecturas	mm	256.2	255.2	256.2
Nivel superior de la arena	mm	105.8	108.8	106.8
Temperatura del ensayo	°C	22.2	22.2	22.2
Equivalente de arena	%	88	89	87
EQUIVALENTE DE ARENA	%			87



MEDIDAS DEL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA

<b>7. EQUIPOS DE MEDICION</b>			<b>8. EQUIPOS DE EQUIVALENTE DE ARENA</b>		
EQ	Balanza	Balanza	Horno		
ID	SE6001F	R31P30	AUTCOMP		

<b>9. DESCRIPCIÓN DE SUELO</b>

Elaborado por:	Revisado por:
<p>Ing. Wehner Aquise Janampa C.I.F. 266644 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS</p>	

**INFORME DE CALIDAD**

Marca: Cemento Andino Tipo I

Tipo: Portland Tipo I

Especificación: NTP 334.009

Fecha:

Primera Quincena de setiembre de 2022

ASTM C 150

**COMPOSICIÓN QUÍMICA**

Item	UND	Espec. Límite	Result. Ensayo
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	%	-	20.19
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	-	4.94
Oxido de fierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	-	3.48
Óxido de calcio (CaO)	%	-	64.13
Oxido de magnesio (MgO)	%	6.0 máx	2.07
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> ) <sup>D</sup>	%	3.0 máx	2.64
Óxido de sodio (Na <sub>2</sub> O)	%	-	0.07
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	%	-	0.71
Alcali Equivalente	%	-	0.54
Cal Libre	%	-	0.80
Pérdida por Ignición <sup>E</sup>	%	3.5 máx	1.24
Residuo Insoluble	%	1.5 máx	0.59
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	%	-	0.39
Caliza	%	5.0 máx	1.00
CaCO <sub>3</sub> en caliza	%	70 % mín	89.8

**Fases minerales según Bogue**

Silicato tricálcico C3S	%	-	56.41
Silicato dicálcico C2S	%	-	14.74
Aluminato tricálcico C3A	%	-	7.15
Aluminoferrito tetracálcico C4AF	%	-	10.47

<sup>D</sup> Si se supera 3.0% por aplicación de SO<sub>3</sub> óptimo aplica exp. Barra mortero (ASTM C 1038)

<sup>E</sup> 3.0% Máximo cuando caliza no se adiciona.

\*Resistencias a 28 días corresponden a quincena del mes anterior

\*\*Calorimetría de conducción Isotérmica

FORMATO DQC-16-006

**PRUEBAS FÍSICAS**

Item	UND	Espec. Límite	Result. Ensayo
Contenido de aire en volumen	%	12 máx	5.20
Superficie específica Blaine	cm <sup>2</sup> /gr.	2600 mín	3800
Expansión Autoclave	%	0.8 máx	0.02
Contracción Autoclave	%	-0.8 máx	-0.01
Resistencia a la compresión	MPa		
	a 1 día	"	16.8
	a 3 días	"	26.0
	a 7 días	"	32.6
	*a 28 días	"	41.4
Tiempo de fraguado (VICAT)	Minutos		
	Inicial	"	132
	Final	"	285
	Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	3.18

**REQUISITOS FÍSICOS OPCIONALES**

Item	UND	Espec. Límite	Result. Ensayo
Falso fraguado	%	50 mín	-
Expansión de la barra de mortero a 14 días (ASTM C 1038) <sup>D</sup>	%	0.020 máx	D
Resistencia a la compresión	MPa		
	*a 28 días	"	28.0 mín
Calor de hidratación (ASTM C 1702)**	cal/g	-	-
	a 3 días	"	70.20
Sulfatresistencia a 14 días (ASTM C 452)	%	-	-
Resistencia a sulfato (ASTM C 1012)	%	-	-
	Expansión a 180 días	"	-
	Expansión a 360 días	"	-
Expansión álcali agregado (ASTM C 227)			
	14 días	%	-
	56 días	%	-

Ing. Diana Muedas Alvarez  
División Química

# ANEXO D

## D.1) Reporte de Presupuesto Sistema Tradicional

### Presupuesto

Presupuesto	<b>0301002</b>	<b>TESIS SISTEMA TRADICIONAL "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA DE 38851/MX-P DE PUTAQA DISTRITO DE VINCHOS - HUAMANGA - AYACUCHO"</b>	Costo al	<b>01/06/2022</b>
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>ESTRUCTURA</b>		
Cliente	<b>QUISPE JAYO, FIDEL ANTONIO</b>			
Lugar	<b>AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO</b>			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURA - INSTITUCION EDUCATIVA N° 38575/MX - DE PUTAQA</b>				<b>298,815.75</b>
<b>01.01</b>	<b>ESTRUCTURA BLOQUE A</b>				<b>298,815.75</b>
<b>01.01.01</b>	<b>ESTRUCTURAS BLOQUE A INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA</b>				<b>298,815.75</b>
<b>01.01.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>693.18</b>
01.01.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	294.97	1.33	392.31
01.01.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	294.97	1.02	300.87
<b>01.01.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>14,679.30</b>
01.01.01.02.01	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL AFIRMADO	m3	170.63	86.03	14,679.30
<b>01.01.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>14,428.98</b>
01.01.01.03.01	SOLADO DE 4" MEZCLA 1:12 CEMENTO - HORMIGON	m2	287.94	32.28	9,294.70
01.01.01.03.02	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	142.50	36.03	5,134.28
<b>01.01.01.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>269,014.29</b>
<b>01.01.01.04.01</b>	<b>PLATEA DE CIMENTACION</b>				<b>103,594.78</b>
01.01.01.04.01.01	PLATEA DE CIMENTACION, CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	143.97	412.48	59,384.75
01.01.01.04.01.02	PLATEA DE CIMENTACION, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	64.83	50.22	3,255.76
01.01.01.04.01.03	PLATEA DE CIMENTACION, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	9,458.26	4.33	40,954.27
<b>01.01.01.04.02</b>	<b>SOBRECIMIENTO ARMADO</b>				<b>10,943.98</b>
01.01.01.04.02.01	SOBRECIMIENTO, CONCRETO F'c=175 KG/CM2	m3	10.54	426.21	4,492.25
01.01.01.04.02.02	SOBRECIMIENTO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	109.80	43.85	4,814.73
01.01.01.04.02.03	SOBRECIMIENTO, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	378.06	4.33	1,637.00
<b>01.01.01.04.03</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>37,475.19</b>
01.01.01.04.03.01	COLUMNAS, CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	22.59	485.52	10,967.90
01.01.01.04.03.02	COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	211.38	50.22	10,615.50
01.01.01.04.03.03	COLUMNAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	3,670.16	4.33	15,891.79
<b>01.01.01.04.04</b>	<b>COLUMNETAS</b>				<b>8,444.69</b>
01.01.01.04.04.01	COLUMNETAS, CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	5.17	424.29	2,193.58
01.01.01.04.04.02	COLUMNETAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	73.10	50.22	3,671.08
01.01.01.04.04.03	COLUMNETAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	595.85	4.33	2,580.03
<b>01.01.01.04.05</b>	<b>VIGAS</b>				<b>42,311.80</b>
01.01.01.04.05.01	VIGAS, CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	32.03	446.45	14,299.79
01.01.01.04.05.02	VIGAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	196.85	50.22	9,885.81
01.01.01.04.05.03	VIGAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	4,186.19	4.33	18,126.20
<b>01.01.01.04.06</b>	<b>VIGUETAS</b>				<b>1,710.43</b>
01.01.01.04.06.01	VIGUETAS, CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	1.23	388.74	478.15
01.01.01.04.06.02	VIGUETAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	16.42	50.22	824.61
01.01.01.04.06.03	VIGUETAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	94.15	4.33	407.67
<b>01.01.01.04.07</b>	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>				<b>59,638.73</b>
01.01.01.04.07.01	LOSAS ALIGERADAS, CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	32.44	418.38	13,572.25
01.01.01.04.07.02	LOSAS ALIGERADAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	487.71	50.22	24,492.80
01.01.01.04.07.03	LOSAS ALIGERADAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	2,314.40	4.33	10,021.35
01.01.01.04.07.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA 15x30x30 PARA TECHO ALIGERADO	und	3,263.37	3.54	11,552.33
<b>01.01.01.04.08</b>	<b>CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA</b>				<b>4,894.69</b>
01.01.01.04.08.01	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	2.41	457.28	1,102.04
01.01.01.04.08.02	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	48.20	50.22	2,420.60
01.01.01.04.08.03	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	316.87	4.33	1,372.05
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>298,815.75</b>

SON: DOSCIENTOS NOVENTIOCHO MIL OCHOCIENTOS QUINCE Y 75/100 NUEVOS SOLES

## Presupuesto

Presupuesto **0301002 TESIS SISTEMA TRADICIONAL "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA DE 38851/MX-P DE PUTAGA DISTRITO DE VINCHOS - HUAMANGA - AYACUCHO"**  
 Subpresupuesto **002 ARQUITECTURA**  
 Cliente **QUISPE JAYO, FIDEL ANTONIO** Costo al **01/06/2022**  
 Lugar **AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO**

Item	Descripción	Und.	Metrodo	Precio SI.	Parcial SI.
<b>01</b>	<b>ARQUITECTURA - INSTITUCION EDUCATIVA N° 38575/MX-P DE PUTAGA</b>				<b>205,566.92</b>
01.01	ARQUITECTURA BLOQUE A				205,566.92
01.01.01	ARQUITECTURA BLOQUE A INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA				205,566.92
01.01.01.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				20,779.83
01.01.01.01.01	MURO DE CABEZA LADRILLO KING KONG TIPO IV 9x13x23	m2	134.14	100.42	13,470.34
01.01.01.01.02	MURO DE SOGA LADRILLO KING KONG TIPO IV 9x13x23	m2	94.48	65.44	6,182.77
01.01.01.01.03	ALAMBRE # 8 DE REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS	kg	126.60	4.04	511.46
01.01.01.01.04	JUNTA DE CONSTRUCCION 1/2" - TECKNOPOR + SELLADO WATERSTOP	ml	124.80	4.93	615.26
01.01.01.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS				37,471.53
01.01.01.02.01	TARRAJEO EN INTERIORES C:A 1:5 E=1.5cm	m2	298.51	23.50	7,014.99
01.01.01.02.02	TARRAJEO EN EXTERIORES C:A 1:5 E=1.5cm	m2	167.74	23.50	3,941.89
01.01.01.02.03	TARRAJEO DE COLUMNAS C:A 1:5 E=1.5cm	m2	188.70	37.56	7,087.57
01.01.01.02.04	TARRAJEO DE COLUMNETAS INC. ARISTA C:A 1:5 E=1.5cm	m2	67.68	37.56	2,542.06
01.01.01.02.05	TARRAJEO DE VIGAS INC. ARISTAS C:A 1:5 E=1.5cm	m2	197.43	44.50	8,785.64
01.01.01.02.06	TARRAJEO DE VIGUETAS INC. ARISTAS C:A 1:5 E=1.5cm	m2	16.93	44.50	753.39
01.01.01.02.07	TARRAJEO DE DERRAME EN VANOS	ml	220.70	15.09	3,330.36
01.01.01.02.08	TARRAJEO DE CANALETA PLUVIAL EN TECHOS C/CEMENTO PULIDO IMPERMEABLE	m2	66.22	35.47	2,348.82
01.01.01.02.09	BRUÑAS SEGUN DETALLE	ml	658.82	2.53	1,666.81
01.01.01.03	CIELO RASOS				12,245.02
01.01.01.03.01	CIELO RASO CON MEZCLA DE ARENA Y CEMENTO	m2	390.84	31.33	12,245.02
01.01.01.04	FALSO CIELO RASO				11,438.06
01.01.01.04.01	FALSO CIELO RASO CON BALDOSA ACUSTICA DE 60x60cm	m2	139.20	82.17	11,438.06
01.01.01.05	PISOS Y PAVIMENTOS				42,243.03
01.01.01.05.01	CONTRAPISOS E=40mm, C:A 1:5, ACAB 1:2	m2	139.20	25.54	3,555.17
01.01.01.05.02	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA	m2	139.20	121.15	16,864.08
01.01.01.05.03	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA - (SEGUNDO NIVEL)	m2	139.20	156.78	21,823.78
01.01.01.06	CONTRAZOCALOS				4,913.60
01.01.01.06.01	CONTRAZOCALO DE MADERA TORNILLO H=4" + RODON DE 3/4"	ml	165.60	17.04	2,821.82
01.01.01.06.02	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C/MORTERO 1.5 DE 2cmx0.30m (Exterior)	ml	76.65	27.29	2,091.78
01.01.01.07	COBERTURAS				20,377.56
01.01.01.07.01	COBERTURA CON TEJA ANDINA ETERNIT DE 1.14x0.72x5mm	m2	235.00	58.37	13,716.95
01.01.01.07.02	CUMBRERA CON TEJA ANDINA DE 0.72mx0.35m	ml	23.50	82.84	1,946.74
01.01.01.07.03	CORREAS DE MADERA TORNILLO 2"x3"	ml	305.50	15.43	4,713.87
01.01.01.08	CARPINTERIA DE MADERA				16,503.16
01.01.01.08.01	PUERTA DE MADERA APANELADA	m2	16.80	389.99	6,551.83
01.01.01.08.02	VENTANA CON ESTRUCTURA DE MADERA, INC/ACCESORIOS	m2	58.52	170.05	9,951.33
01.01.01.09	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA				4,383.04
01.01.01.09.01	BARANDAS METALICAS H=0.80 SEGUN DISEÑO	ml	31.35	139.81	4,383.04
01.01.01.10	CERRAJERIA				1,148.70
01.01.01.10.01	BISAGRA ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 4"x4"	pza	24.00	21.96	527.04
01.01.01.10.02	CERRADURA PARA PUERTA EXTERIORES DOS GOLPES CON MANIJA	pza	6.00	103.61	621.66
01.01.01.11	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES				9,854.02
01.01.01.11.01	VIDRIOS LAMINADOS E=6mm	p2	629.65	15.65	9,854.02
01.01.01.12	PINTURAS				24,209.37
01.01.01.12.01	PINTURA LATEX 2 MANOS EN CIELO RASO	m2	390.84	14.94	5,839.15
01.01.01.12.02	PINTURA LATEX 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	167.74	34.12	5,723.29
01.01.01.12.03	PINTURA LATEX 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	331.62	10.34	3,428.95
01.01.01.12.04	PINTURA LATEX 2 MANOS EN COLUMNAS	m2	256.38	14.94	3,830.32
01.01.01.12.05	PINTURA LATEX 2 MANOS EN VIGAS	m2	214.36	14.94	3,202.54
01.01.01.12.06	PINTURA EN CONTRAZOCALO CON ESMALTE	m2	76.65	7.43	569.51
01.01.01.12.07	PINTURA BARNIZ EN PUERTAS DE MADERA	m2	75.32	21.45	1,615.61
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>205,566.92</b>

**SON : DOSCIENTOS CINCO MIL QUINIENTOS SESENTISEIS Y 92/100 NUEVOS SOLES**

## D.2) Reporte de Presupuesto Sistema de P.E.

### Presupuesto

Presupuesto	<b>0301007</b>	<b>TESIS: SISTEMA PANEL P.E. "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA DE 38851/MX-P DE PUTAQA DISTRITO DE VINCHOS - HUAMANGA - AYACUCHO"</b>	Costo al	<b>01/06/2022</b>
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>ESTRUCTURA</b>		
Cliente	<b>QUISPE JAYO, FIDEL ANTONIO</b>			
Lugar	<b>AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO</b>			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURA - INSTITUCION EDUCATIVA N° 38575/MIX - DE PUTAQA</b>				<b>251,417.02</b>
<b>01.01</b>	<b>ESTRUCTURAS BLOQUE A</b>				<b>251,417.02</b>
<b>01.01.01</b>	<b>ESTRUCTURA BLOQUE A INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA</b>				<b>251,417.02</b>
<b>01.01.01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>693.18</b>
01.01.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	294.97	1.33	392.31
01.01.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	m2	294.97	1.02	300.87
<b>01.01.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>14,679.30</b>
01.01.01.02.01	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL AFIRMADO	m3	170.63	86.03	14,679.30
<b>01.01.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>14,428.98</b>
01.01.01.03.01	SOLADO DE 4" MEZCLA 1:12 CEMENTO - HORMIGON	m2	287.94	32.28	9,294.70
01.01.01.03.02	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	142.50	36.03	5,134.28
<b>01.01.01.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>221,615.56</b>
<b>01.01.01.04.01</b>	<b>PLATEA DE CIMENTACION</b>				<b>103,594.78</b>
01.01.01.04.01.01	PLATEA DE CIMENTACION, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	143.97	412.48	59,384.75
01.01.01.04.01.02	PLATEA DE CIMENTACION, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	64.83	50.22	3,255.76
01.01.01.04.01.03	PLATEA DE CIMENTACION, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	9,458.26	4.33	40,954.27
<b>01.01.01.04.02</b>	<b>MECHAS Y/O ANCLAJES</b>				<b>877.43</b>
01.01.01.04.02.01	MECHAS Y/O ANCLAJES, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	232.74	3.77	877.43
<b>01.01.01.04.03</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>22,884.67</b>
01.01.01.04.03.01	COLUMNAS, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	12.16	485.52	5,903.92
01.01.01.04.03.02	COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	145.95	50.22	7,329.61
01.01.01.04.03.03	COLUMNAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	2,228.90	4.33	9,651.14
<b>01.01.01.04.04</b>	<b>VIGAS</b>				<b>42,311.80</b>
01.01.01.04.04.01	VIGAS, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	32.03	446.45	14,299.79
01.01.01.04.04.02	VIGAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	196.85	50.22	9,885.81
01.01.01.04.04.03	VIGAS, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	4,186.19	4.33	18,126.20
<b>01.01.01.04.05</b>	<b>PANEL LOSA</b>				<b>47,052.19</b>
01.01.01.04.05.01	PANEL LOSA, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	32.44	342.96	11,125.62
01.01.01.04.05.02	PANEL LOSA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	487.71	28.93	14,109.45
01.01.01.04.05.03	PANEL LOSA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E.	und	136.00	160.42	21,817.12
<b>01.01.01.04.06</b>	<b>CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA</b>				<b>4,894.69</b>
01.01.01.04.06.01	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, CONCRETO F'C=210 kg/cm2	m3	2.41	457.28	1,102.04
01.01.01.04.06.02	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	48.20	50.22	2,420.60
01.01.01.04.06.03	CANALETA DE CONCRETO ADOSADA A LOSA ALIGERADA, ACERO FY=4200 kg/cm2	kg	316.87	4.33	1,372.05
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>251,417.02</b>

SON : DOSCIENTOS CINCUENTIU MIL CUATROCIENTOS DIECISIETE Y 02/100 NUEVOS SOLES

## Presupuesto

Presupuesto **0301007** TESIS: SISTEMA PANEL P.E. "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA DE 38851/MX-P DE PUTAQA DISTRITO DE VINCHOS - HUAMANGA - AYACUCHO"

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA

Cliente **QUISPE JAYO, FIDEL ANTONIO** Costo al **01/06/2022**

Lugar **AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>01</b>	<b>ARQUITECTURA - INSTITUCION EDUCATIVA N° 38575/MX-P DE PUTAQA</b>				<b>188,348.86</b>
<b>01.01</b>	<b>ARQUITECTURA BLOQUE A</b>				<b>188,348.86</b>
<b>01.01.01</b>	<b>ARQUITECTURA BLOQUE A INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA</b>				<b>188,348.86</b>
<b>01.01.01.01</b>	<b>PANEL MURO E= 13 CM</b>				<b>34,995.92</b>
01.01.01.01.01	PANEL MURO DE SOGA E=13CM POLIESTIRENO EXPANDIDO CON M.E.	m2	228.62	148.74	34,004.94
01.01.01.01.02	ALAMBRE # 8 PARA AMARRE MURO PANEL	kg	93.00	4.04	375.72
01.01.01.01.03	JUNTA DE CONSTRUCCION 1/2" - TECKNOPOR + SELLADO WATERSTOP	ml	124.80	4.93	615.26
<b>01.01.01.02</b>	<b>REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>				<b>19,888.84</b>
01.01.01.02.01	TARRAJEO DE COLUMNAS C:A 1:5 E=1.5cm	m2	188.70	37.56	7,087.57
01.01.01.02.02	TARRAJEO DE VIGAS INC. ARISTAS C:A 1:5 E=1.5cm	m2	197.43	44.50	8,785.64
01.01.01.02.03	TARRAJEO DE CANALETA PLUVIAL EN TECHOS C/CEMENTO PULIDO IMPERMEABLE	m2	66.22	35.47	2,348.82
01.01.01.02.04	BRUÑAS SEGUN DETALLE	ml	658.82	2.53	1,666.81
<b>01.01.01.03</b>	<b>FALSO CIELO RASO</b>				<b>11,438.06</b>
01.01.01.03.01	FALSO CIELO RASO CON BALDOSA ACUSTICA DE 60x60cm	m2	139.20	82.17	11,438.06
<b>01.01.01.04</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				<b>42,243.03</b>
01.01.01.04.01	CONTRAPISOS E=40mm, C:A 1:5, ACAB 1:2	m2	139.20	25.54	3,555.17
01.01.01.04.02	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA	m2	139.20	121.15	16,864.08
01.01.01.04.03	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADA - (SEGUNDO NIVEL)	m2	139.20	156.78	21,823.78
<b>01.01.01.05</b>	<b>CONTRAZOCALOS</b>				<b>4,913.60</b>
01.01.01.05.01	CONTRAZOCALO DE MADERA TORNILLO H=4" + RODON DE 3/4"	ml	165.60	17.04	2,821.82
01.01.01.05.02	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO C/MORTERO 1.5 DE 2cmx0.30m (Exterior)	ml	76.65	27.29	2,091.78
<b>01.01.01.06</b>	<b>COBERTURAS</b>				<b>20,377.56</b>
01.01.01.06.01	COBERTURA CON TEJA ANDINA ETERNIT DE 1.14x0.72x6mm	m2	235.00	58.37	13,716.95
01.01.01.06.02	CUMBRERA CON TEJA ANDINA DE 0.72mx0.35m	ml	23.50	82.84	1,946.74
01.01.01.06.03	CORREAS DE MADERA TORNILLO 2"x3"	ml	305.50	15.43	4,713.87
<b>01.01.01.07</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				<b>16,503.16</b>
01.01.01.07.01	PUERTA DE MADERA APANELADA	m2	16.80	389.99	6,551.83
01.01.01.07.02	VENTANA CON ESTRUCTURA DE MADERA, INC/ACCESORIOS	m2	58.52	170.05	9,951.33
<b>01.01.01.08</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>				<b>4,383.04</b>
01.01.01.08.01	BARANDAS METALICAS H=0.80 SEGUN DISEÑO	ml	31.35	139.81	4,383.04
<b>01.01.01.09</b>	<b>CERRAJERIA</b>				<b>1,148.70</b>
01.01.01.09.01	BISAGRA ALUMINIZADA CAPUCHINA DE 4"x4"	pza	24.00	21.96	527.04
01.01.01.09.02	CERRADURA PARA PUERTA EXTERIORES DOS GOLPES CON MANIJA	pza	6.00	103.61	621.66
<b>01.01.01.10</b>	<b>VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES</b>				<b>9,854.02</b>
01.01.01.10.01	VIDRIOS LAMINADOS E=6mm	p2	629.65	15.65	9,854.02
<b>01.01.01.11</b>	<b>PINTURAS</b>				<b>22,602.93</b>
01.01.01.11.01	PINTURA LATEX 2 MANOS EN CIELO RASO	m2	390.84	14.94	5,839.15
01.01.01.11.02	PINTURA LATEX 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	167.74	34.12	5,723.29
01.01.01.11.03	PINTURA LATEX 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	298.51	10.34	3,086.59
01.01.01.11.04	PINTURA LATEX 2 MANOS EN COLUMNAS	m2	188.70	14.94	2,819.18
01.01.01.11.05	PINTURA LATEX 2 MANOS EN VIGAS	m2	197.43	14.94	2,949.60
01.01.01.11.06	PINTURA EN CONTRAZOCALO CON ESMALTE	m2	76.65	7.43	569.51
01.01.01.11.07	PINTURA BARNIZ EN PUERTAS DE MADERA	m2	75.32	21.45	1,615.61
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>188,348.86</b>

SON : CIENTO OCHENTIOCHO MIL TRESCIENTOS CUARENTIOCHO Y 86/100 NUEVOS SOLES

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****ACTA N° 046-2023-FIMGC**

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 240-2023-FIMGC-D**, siendo los diecinueve días del mes de junio del 2023, a horas 11:00 am.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **MSc. Ing. Víctor BELLIDO AEDO**, Jurado el **Ing. Edwin Carlos GARCÍA SAEZ**, Jurado - Asesor el **MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada titulado: **“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAQA, AYACUCHO 2022.”**, presentado por el/la Sr./Srta., **Fidel Antonio QUISPE JAYO**, Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **15 (quince)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.

**Dr. Efraín Elías Porras Flores**  
DECANOFirmado digitalmente  
por Efraín Elías Porras  
Flores  
Fecha: 2023.06.23  
17:48:53 -05'00'**Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**  
Presidente**MSc. Ing. Víctor BELLIDO AEDO**  
Jurado**MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN**  
Jurado Asesor**Ing. Edwin Carlos GARCÍA SAEZ**  
Jurado**Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**  
Secretario del Proceso  
Departamento Académico de Matemática y Física



**UNSCH**

FACULTAD DE  
**INGENIERÍA**  
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### CONSTANCIA N° 045-2023-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 281-2022-FIMGC- UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

**Apellidos y Nombres** : QUISPE JAYO, Fidel Antonio  
**Escuela Profesional** : INGENIERÍA CIVIL  
**Título de la Tesis** : “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAQA, AYACUCHO 2022.”  
**Evaluación de la Originalidad** : 21 % Índice de Similitud  
**Identificador de la entrega** : 2116772773

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 15 de junio del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

**Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**  
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado

Con depósito para Sustentación y Tramites  
Cc. Archivo

ANÁLISIS DEL  
COMPORTAMIENTO  
ESTRUCTURAL DEL SISTEMA  
CONSTRUCTIVO TRADICIONAL  
Y POLIESTIRENO EXPANDIDO  
CON MALLA DE ACERO  
ELECTROSOLDADA EN LA  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA  
38851/MX-P DE PUTAQA,  
AYACUCHO 2022

*por Fidel Antonio Quispe Jayo*

---

**Fecha de entrega:** 15-jun-2023 12:59p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2116772773

**Nombre del archivo:** Tesis\_Fidel\_Antonio\_Quispe\_Jayo\_EPIC.pdf (20.96M)

**Total de palabras:** 38562

**Total de caracteres:** 222471

# ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL Y POLIESTIRENO EXPANDIDO CON MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA 38851/MX-P DE PUTAQA, AYACUCHO 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

3 %

PUBLICACIONES

13 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3 %
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3 %
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3 %
4	<a href="https://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	2 %
5	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	2 %
6	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1 %
7	<a href="https://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1 %

8	Fuente de Internet	1 %
9	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
11	1library.co Fuente de Internet	<1 %
12	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.mdue.it Fuente de Internet	<1 %
16	www.mdue.biz Fuente de Internet	<1 %
17	prodapp.seace.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
18	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://repositorio.unan.edu.ni">repositorio.unan.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://kupdf.net">kupdf.net</a> Fuente de Internet	<1 %
24	SUCAPUCA SANTOS ESTHER ANA. "Plan de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos del Botadero Viscachapampa, Distrito San Pedro de Pillao, Provincia Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco-IGA0013744", R.G.M. N° 326-2020-GM-MPSAC-YHCA, 2021 Publicación	<1 %
25	<a href="http://es.unionpedia.org">es.unionpedia.org</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
28	Submitted to Fundación Universitaria CEIPA Trabajo del estudiante	<1 %

29	<a href="http://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://rosangelica097.blogspot.com">rosangelica097.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://wiki2.org">wiki2.org</a> Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
33	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
36	Morales Davila Omar Ulises. "Comparativa estructural y economica entre sistemas de mamposteria reforzada interiormente y confinada, aplicando la propuesta a las ntc para ammposteria 2001", TESIUNAM, 2003 Publicación	<1 %
37	<a href="http://www.conitec.biz">www.conitec.biz</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía Activo