



Colpa Matara, 11 de julio del 2023.

C.O. N° 014-2023-UI-EPIC

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO F’C= 175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E.070, CHOTA, 2019”**, elaborado por los Bachilleres en Ingeniería Civil: **Rossemery Benavides Galvez**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 20% sin incluir citas ni bibliografía; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Ángel SILVA TARRILLO  
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo  
Jefe de la unidad de investigación  
FCI-UNACH

# Incidencia del poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, utilizando concreto $f'_c = 175$ kg/cm<sup>2</sup>, según norma E.070, Cho

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.repositorio.unach.edu.pe">www.repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="https://repositorio.uc.cl">repositorio.uc.cl</a> Fuente de Internet	<1%

[portaluni.unach.edu.pe](https://portaluni.unach.edu.pe)

8

Fuente de Internet

&lt;1 %

9

[ciencia.lasalle.edu.co](http://ciencia.lasalle.edu.co)

Fuente de Internet

&lt;1 %

10

[docplayer.es](http://docplayer.es)

Fuente de Internet

&lt;1 %

11

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

12

[repositorio.unp.edu.pe](http://repositorio.unp.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

13

[bdigital.unal.edu.co](http://bdigital.unal.edu.co)

Fuente de Internet

&lt;1 %

14

[repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

15

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Fuente de Internet

&lt;1 %

16

[repositorio.unj.edu.pe](http://repositorio.unj.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

17

Submitted to Universidad Católica de Santa  
María

Trabajo del estudiante

&lt;1 %

18

[repositorio.upn.edu.pe](http://repositorio.upn.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

19

[1library.co](http://1library.co)

Fuente de Internet

<1 %

20

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

24

catalogo.escuelaing.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Universidad Católica San Pablo

Trabajo del estudiante

<1 %

26

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

29

Y S Lim, T N T Izhar, I A Zakarya, S Y Yusuf, S K Zaaba, M A Mohamad. "Life cycle assessment of expanded polystyrene", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021

Publicación

<1 %

30	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://eprints.uanl.mx">eprints.uanl.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
35	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://unach.edu.pe">unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://repositorio.espam.edu.ec">repositorio.espam.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://bibdigital.epn.edu.ec">bibdigital.epn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

42	<a href="https://dspace.espoch.edu.ec">dspace.espoch.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://www.espacioimasd.unach.mx">www.espacioimasd.unach.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="https://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui Trabajo del estudiante	<1 %
46	<a href="https://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="https://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="https://repositorio.utp.edu.pe">repositorio.utp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
49	Submitted to UNILIBRE Trabajo del estudiante	<1 %
50	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
51	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
52	Submitted to Dumfries and Galloway College Trabajo del estudiante	<1 %
53	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %

<1 %

54

[www.gob.pe](http://www.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

55

[www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)

Fuente de Internet

<1 %

56

[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

57

Submitted to Bocconi University

Trabajo del estudiante

<1 %

58

Submitted to Universitat Politècnica de València

Trabajo del estudiante

<1 %

59

Submitted to University of Greenwich

Trabajo del estudiante

<1 %

60

[archive.org](http://archive.org)

Fuente de Internet

<1 %

61

[repositorio.unu.edu.pe](http://repositorio.unu.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

62

[doaj.org](http://doaj.org)

Fuente de Internet

<1 %

63

[pirhua.udep.edu.pe](http://pirhua.udep.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

64

[tesis.pucp.edu.pe](http://tesis.pucp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

65

[upc.aws.openrepository.com](http://upc.aws.openrepository.com)

Fuente de Internet

<1 %

66

[de.slideshare.net](http://de.slideshare.net)

Fuente de Internet

<1 %

67

[inba.info](http://inba.info)

Fuente de Internet

<1 %

68

[oa.upm.es](http://oa.upm.es)

Fuente de Internet

<1 %

69

[repositorio.upeu.edu.pe](http://repositorio.upeu.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

70

"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 33 (2017)", Brill, 2018

Publicación

<1 %

71

Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

<1 %

72

[dugi-doc.udg.edu](http://dugi-doc.udg.edu)

Fuente de Internet

<1 %

73

[fundacionlasirc.org](http://fundacionlasirc.org)

Fuente de Internet

<1 %

74

[issuu.com](http://issuu.com)

Fuente de Internet

<1 %

75	<a href="https://repository.uniminuto.edu">repository.uniminuto.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
76	<a href="http://www.acarindex.com">www.acarindex.com</a> Fuente de Internet	<1 %
77	<a href="http://www.mashookup.com">www.mashookup.com</a> Fuente de Internet	<1 %
78	Jordi Martínez Ventura. "Enseñanza de la Arquitectura y Educación para el desarrollo sostenible en España. Experiencia académica en grado y resultados de aprendizaje del alumnado del Máster Universitario en Arquitectura", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publicación	<1 %
79	Oladis Troconis de Rincón, Valentina Millano, Wilfredo Suarez, Luis Navarro, Antonio De Turris, Roque Amesty. "Evaluación del efecto de la arcilla de desecho de un proceso de producción de polioles como sustituto parcial del cemento en concreto armado", Revista ALCONPAT, 2021 Publicación	<1 %
80	<a href="http://econtractacio.diputaciodeltarragona.cat">econtractacio.diputaciodeltarragona.cat</a> Fuente de Internet	<1 %
81	<a href="http://m.es.doit-rubber.asia">m.es.doit-rubber.asia</a> Fuente de Internet	<1 %

82	<a href="http://repositorio.ucsm.edu.pe">repositorio.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
83	<a href="http://repositorio.ujcm.edu.pe">repositorio.ujcm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
84	<a href="http://zagan.unizar.es">zagan.unizar.es</a> Fuente de Internet	<1 %
85	SNC LAVALIN PERU S.A.. "Modificación del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Pozo Rico-IGA0005184", R.D. N° 199-2019/MINEM-DGAAM, 2020 Publicación	<1 %
86	TECNOLOGIA XXI S A. "Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Pallancata-IGA0004154", R.D. N° 342-2009-MEM/AAM, 2020 Publicación	<1 %
87	<a href="http://www.construccion-eps.com">www.construccion-eps.com</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



Incidencia del poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, utilizando concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , según norma E.070, Chota, 2019

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:** ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

**Asesor:** Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

**Chota – Perú**

**2023**

**INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS  
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES  
PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON  
UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO F'C= 175  
KG/CM<sup>2</sup>, SEGÚN NORMA E.070, CHOTA, 2019**

**POR:**

**BENAVIDES GALVEZ ROSSEMARY**

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la  
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título  
de**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**



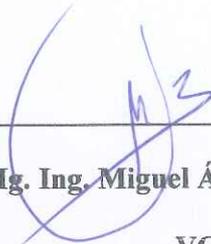
**Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez**

**PRESIDENTE**



**Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez**

**SECRETARIO**



**Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo**

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis va dedicada primeramente a Dios y a mi familia porque gracias a ellos estoy logrando concluir satisfactoriamente mi vida universitaria.

A mi querida madre Rosa que día a día me ayuda a convertirme en una mejor persona a través de sus enseñanzas, consejos y amor; ya que cada momento está pendiente de mí y siempre está para brindarme su apoyo incondicional.

A mis hermanos Kevin y Sandy que siempre estuvieron ahí a mi lado apoyándome de una u otra forma.

A mi querida Arisnely que siempre está allí brindándome su apoyo, sin importar el momento ni el lugar.

A mi familia y amigos en general, dentro de ellos a mi adorada mamita Delelma, a mis tíos Miguel y María y muchos más que si los mencionaría a todos estoy seguro que no terminaría porque son muchas las personas que influyeron en mí y que siempre estuvieron pendientes de mi progreso y avance como persona y como profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Estoy muy agradecida con Dios por sus bendiciones, su compañía, guía y protección hacia mí y mis seres queridos durante todo este tiempo. Cada día que pasa es una oportunidad para aprender y experimentar el infinito amor que Dios nos muestra.

Agradezco infinitamente también a mi madre Rosa, que sin importar muchas veces como se haya encontrado por dentro, constantemente me brindó su mejor sonrisa, siempre tuvo tranquilidad para ayudarme a tomar las mejores decisiones de mi vida; ya que continuamente me brindó su apoyo; muchas veces pasó cansancio y dolor, pero siempre estuvo a mi lado.

A mi familia en general, dentro de ellos a mis tíos y primos que siempre me apoyaron y siempre se preocuparon por mi bienestar.

A todos los docentes que me inculcaron sus más valiosas enseñanzas durante todo este tiempo en la Universidad, dentro de ellos a mi asesor Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro, gracias a todos ellos por cada minuto que me brindaron de sus conocimientos.

Termino agradeciendo a todas aquellas personas que formaron parte de mi vida, las cuales de una u otra forma me apoyaron con sus consejos, con recursos, con enseñanzas y que indudablemente marcaron mi formación como profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3. Justificación</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4. Delimitación de la investigación</b> .....	<b>17</b>
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	<b>18</b>
<b>1.6. Objetivos</b> .....	<b>19</b>
1.6.1. Objetivo general.....	19
1.6.2. Objetivos específicos .....	19
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	<b>20</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	26
2.1.3. Antecedentes regionales .....	28
<b>2.2. Bases teórico – científicas</b> .....	<b>29</b>
2.2.1. Ley de endurecimiento .....	29
2.2.2. Aplicación a paneles de concreto .....	29
<b>2.3. Marco conceptual</b> .....	<b>30</b>
2.3.1. Poliestireno expandido tipo perla .....	30
2.3.2. Agregados .....	41
2.3.3. Concreto.....	43
2.3.4. Concreto ligero .....	45
2.3.5. Prefabricados de concreto .....	46
2.3.6. Unidad de albañilería .....	47
2.3.7. Paneles de concreto tipo LEGO.....	48
2.3.8. Albañilería .....	50

<b>2.4. Hipótesis</b> .....	<b>52</b>
<b>2.5. Operacionalización de variables</b> .....	<b>52</b>
2.5.1. Variable independiente: POLIESTIRENO TIPO PERLA .....	52
2.5.2. Variable dependiente: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES F'c 175 kg/cm2 PARA MUROS DE TABIQUERÍA PRE FABRICADA CON UNIÓN LEGO .....	52
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>54</b>
<b>3.1. Tipo y nivel de investigación</b> .....	<b>54</b>
<b>3.2. Diseño de investigación</b> .....	<b>55</b>
<b>3.3. Métodos de investigación</b> .....	<b>55</b>
<b>3.4. Población, muestra y muestreo</b> .....	<b>57</b>
3.4.1. Población .....	57
3.4.2. Muestra .....	57
3.4.3. Muestreo .....	58
<b>3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	<b>58</b>
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	58
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos .....	59
<b>3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos</b> .....	<b>60</b>
3.6.1. Proceso de obtención de los datos .....	60
3.6.2. Procesamiento de datos.....	73
3.6.3. Análisis de datos .....	74
<b>3.7. Aspectos éticos</b> .....	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>76</b>
<b>4.1. Descripción de resultados</b> .....	<b>76</b>
4.1.1. Caracterizar los agregados para concreto f'c= 175 kg/cm2.....	76
4.1.2. Concreto con adición de EPS .....	84
4.1.3. Paneles de concreto con EPS .....	91
<b>4.2. Discusión de resultados</b> .....	<b>92</b>
<b>4.3. Contrastación de hipótesis</b> .....	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>108</b>

<b>5.1. Conclusiones .....</b>	<b>108</b>
<b>5.2. Recomendaciones y/o sugerencias .....</b>	<b>110</b>
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>111</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</b>	<b>120</b>
Anexo A. Matriz de consistencia.....	120
Anexo B. Panel fotográfico .....	121
Anexo C. Tablas del ACI 211.1 .....	128
Anexo D. Costos unitarios.....	129
Anexo E. Fichas técnicas.....	137
Anexo F. Resultado de ensayos de laboratorio.....	138
Anexo G. Certificados INDECOPI e INACAL .....	143
Anexo H. Plano del modelo de panel .....	144

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación del EPS según la Norma ASTM C578 .....	32
<b>Tabla 2</b>	Mesura de perlas de EPS .....	32
<b>Tabla 3</b>	Propiedades Mecánicas del EPS según Densidad .....	33
<b>Tabla 4</b>	Coficiente de Conductividad Térmica del EPS según Densidad.....	34
<b>Tabla 5</b>	Agua Absorbida por el EPS según Densidad .....	34
<b>Tabla 6</b>	Emisión de Impacto Ambiental Potencial para 1000 kg de EPS por Procesos .....	35
<b>Tabla 7</b>	Ventajas y Desventajas del Concreto con EPS .....	38
<b>Tabla 8</b>	Comparación entre la Albañilería Convencional y con Paneles de EPS .....	39
<b>Tabla 9</b>	Granulometría de la Grava .....	41
<b>Tabla 10</b>	Granulometría de la Arena .....	41
<b>Tabla 11</b>	Clasificación de las Unidades de Albañilería.....	47
<b>Tabla 12</b>	Resistencias de la Albañilería .....	47
<b>Tabla 13</b>	Matriz de Operacionalización .....	53
<b>Tabla 14</b>	Tipo de Investigación.....	54
<b>Tabla 15</b>	Especímenes para Ensayos Mecánicos en Concreto .....	57
<b>Tabla 16</b>	Especímenes para Pruebas Mecánicos en Paneles .....	57
<b>Tabla 17</b>	Resumen Muestreo Probabilístico DOE Factorial .....	58
<b>Tabla 18</b>	Fuentes, Técnicas e Instrumentos.....	59
<b>Tabla 19</b>	Valores de Diseño en Seco.....	66
<b>Tabla 20</b>	Pesos Corregidos por Humedad por m <sup>3</sup> .....	66
<b>Tabla 21</b>	Características de los Agregados Locales .....	77
<b>Tabla 22</b>	Peso Específico de los Materiales para Elaborar Concreto .....	80
<b>Tabla 23</b>	Parámetros del Diseño de Mezclas f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> .....	80
<b>Tabla 24</b>	Dosificación Base para Elaborar Concreto f'c 175 kg/cm <sup>2</sup> .....	80
<b>Tabla 25</b>	Dosificación con Perlas de Poliestireno para Elaborar Concreto.....	80
<b>Tabla 26</b>	Dosificación con Perlas de Poliestireno para 1 m <sup>3</sup> de Concreto.....	81
<b>Tabla 27</b>	Materiales para 1 m <sup>3</sup> de Concreto con EPS .....	81
<b>Tabla 28</b>	Materiales para 1 Panel de Concreto con Perlas de Poliestireno de 0.5 x 0.5 x 0.10 m .....	81
<b>Tabla 29</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 0% Perlas de EPS .....	84
<b>Tabla 30</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 15% EPS .....	85
<b>Tabla 31</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 20% de EPS .....	86
<b>Tabla 32</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 25% de EPS .....	87
<b>Tabla 33</b>	Resistencia a Compresión del Concreto (kg/cm <sup>2</sup> ) con Perlas de Poliestireno .....	88
<b>Tabla 34</b>	Resistencia al Corte Diagonal en Paneles con 25% de Perlas de Poliestireno .....	91

<b>Tabla 35</b>	Características de las Materias Primas .....	93
<b>Tabla 36</b>	Dosificación de Materiales en Peso y Volumen para 1 m <sup>3</sup> de Concreto Base.....	94
<b>Tabla 37</b>	Características del Concreto elaborado con Adición de Porcentajes de Perlas de Poliestireno.....	98
<b>Tabla 38</b>	Resistencia al Corte Diagonal en Muretes con Paneles con la Adición de 25% EPS, respecto al Volumen del Concreto .....	100
<b>Tabla 39</b>	Costo de Construcción con Paneles con EPS .....	102
<b>Tabla 40</b>	Datos para el Análisis Estadístico .....	104
<b>Tabla 41</b>	Análisis de Varianza ANOVA para Paneles de Concreto con Poliestireno .....	105
<b>Tabla 42</b>	Análisis de Regresión de la Resistencia con el Porcentaje de Perlas de Poliestireno Adicionado .....	106
<b>Tabla 43</b>	Correlación de Pearson.....	107
<b>Tabla 44</b>	Porcentaje de Aire Atrapado .....	128
<b>Tabla 45</b>	Cantidad Aproximada de Agua para Amasado para Concreto sin Aire Incorporado .....	128
<b>Tabla 46</b>	Relación Agua/Cemento versus Resistencia del Concreto.....	128
<b>Tabla 47</b>	Volumen de Agregado Grueso Compactado.....	128
<b>Tabla 48</b>	Costo Estimado de 1 kg de Perlas de Poliestireno .....	129
<b>Tabla 49</b>	Dosificación de Materiales para 1 Panel .....	129
<b>Tabla 50</b>	Costo Unitario de 1 Panel Sin Poliestireno .....	130
<b>Tabla 51</b>	Costo Unitario de 1 Panel con 15% de Poliestireno.....	130
<b>Tabla 52</b>	Costo Unitario de 1 Panel con 20% de Poliestireno.....	131
<b>Tabla 53</b>	Costo Unitario de 1 Panel con 25% de Poliestireno.....	131
<b>Tabla 54</b>	Costo de Construcción de 1 m <sup>2</sup> de Muro de Paneles sin Poliestireno .....	133
<b>Tabla 55</b>	Costo de Construcción de 1 m <sup>2</sup> de Muro de Paneles con 15% de Poliestireno .....	133
<b>Tabla 56</b>	Costo de Construcción de 1 m <sup>2</sup> de Muro de Paneles con 20% de Poliestireno .....	134
<b>Tabla 57</b>	Costo de Construcción de 1 m <sup>2</sup> de Muro de Paneles con 25% de Poliestireno .....	134
<b>Tabla 58</b>	Costo de Construcción de 1 m <sup>2</sup> de Muro con Ladrillos King Kong .....	135
<b>Tabla 59</b>	Costo Unitario de la Elaboración de Paneles con Perlas de Poliestireno .....	135
<b>Tabla 60</b>	Costo Unitario de la Construcción de 1m <sup>2</sup> de Muro con Paneles de Concreto, con Unión Tipo LEGO, y Adicionando Perlas de Poliestireno .....	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Paneles de Concreto Simple Sometidos a Cargas.....	29
<b>Figura 2</b>	Proceso de Transformación del Poliestireno Expandible en EPS.....	31
<b>Figura 3</b>	Producción y Reciclaje de Poliestireno Expandido .....	37
<b>Figura 4</b>	Proceso del Diseño de Mezclas .....	43
<b>Figura 5</b>	Clasificación del Concreto Liviano .....	45
<b>Figura 6</b>	Características del Bloque Tipo Lego.....	48
<b>Figura 7</b>	Tipos de Albañilería .....	50
<b>Figura 8</b>	Albañilería .....	51
<b>Figura 9</b>	Esquema de Diseño de Investigación: Correlacional.....	56
<b>Figura 10</b>	Cantera de Agregado Fino Conchán, Conchán.....	60
<b>Figura 11</b>	Ubicación de la Cantera de Agregado Grueso El Suro, Cuyumalca.....	61
<b>Figura 12</b>	Producción de Probetas.....	67
<b>Figura 13</b>	Asentamiento del Concreto.....	68
<b>Figura 14</b>	Prueba a Compresión del Concreto .....	69
<b>Figura 15</b>	Probeta de Concreto con EPS Sometida a Compresión.....	69
<b>Figura 16</b>	Modelo de Borde y Ranura del Panel .....	70
<b>Figura 17</b>	Fabricación de Paneles de Concreto con Unión Tipo LEGO .....	71
<b>Figura 18</b>	Colocación del adhesivo .....	72
<b>Figura 19</b>	Ensayo de Corte Diagonal .....	73
<b>Figura 20</b>	Secuencia del Proceso de Obtención de Datos .....	74
<b>Figura 21</b>	Curva Granulométrica de la Grava de Cuyumalca .....	78
<b>Figura 22</b>	Curva Granulométrica de la Arena de Conchán .....	78
<b>Figura 23</b>	Diseño de Mezclas para 1 m <sup>3</sup> de Concreto con 0% Perlas EPS.....	82
<b>Figura 24</b>	Diseño de Mezclas para 1 m <sup>3</sup> de Concreto con 15% Perlas EPS.....	82
<b>Figura 25</b>	Diseño de Mezclas para 1 m <sup>3</sup> de Concreto con 20% Perlas EPS.....	83
<b>Figura 26</b>	Diseño de Mezclas para 1 m <sup>3</sup> de Concreto con 25% Perlas EPS.....	83
<b>Figura 27</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 0% EPS .....	84
<b>Figura 28</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 15% EPS .....	85
<b>Figura 29</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 20% EPS .....	86
<b>Figura 30</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con 25% EPS .....	87
<b>Figura 31</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con EPS.....	88
<b>Figura 32</b>	Resistencia a Compresión del Concreto con EPS a los 28 Días.....	89
<b>Figura 33</b>	Dosificación más Adecuada, según Resistencia a Compresión del Concreto con EPS .....	90

<b>Figura 34</b>	Resistencia al Corte Diagonal en Paneles con 25% de Perlas de Poliestireno .....	91
<b>Figura 35</b>	Dosificación de Materiales para 1 m <sup>3</sup> de Concreto con Perlas de Poliestireno.....	94
<b>Figura 36</b>	Análisis de la Resistencia a Compresión del Conceto con EPS .....	98
<b>Figura 37</b>	Costo de Construcción con Paneles con Perlas de Poliestireno.....	103
<b>Figura 38</b>	Gráfica de Residuos para Firmeza a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	105
<b>Figura 39</b>	Análisis de Medias (ANOM) norma de Dos Factores de Resistencia a Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	105
<b>Figura 40</b>	Gráfica de Línea Ajustada, Resistencia a Compresión según Porcentaje de EPS ..	107
<b>Figura 41</b>	Costo de Paneles con Poliestireno .....	136
<b>Figura 42</b>	Costo de Construcción de 1 m <sup>2</sup> de Paneles con Poliestireno .....	136

## RESUMEN

El objetivo fue “Determinar la incidencia del poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada, utilizando concreto  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con unión LEGO según norma E070 (MVCS, 2006)”. Es una investigación aplicada. La metodología básica consistió en diseñar el concreto  $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$ , para construir 36 probetas, a las cuales se les adicionó 0%, 15%, 20% y 25% de poliestireno tipo perla respecto al volumen del concreto. Los resultados indican que, la firmeza a compresión reduce conforme se aumenta el porcentaje de aditamento de perlas de poliestireno, para unidades con 0%, 15%, 20% y 25% de poliestireno expandido (EPS), alcanzan el 139.05%, 78.29%, 67.43% y 53.33% del  $f'c$  de diseño. Si se compara las resistencias a compresión alcanzadas en concreto con poliestireno, con las resistencias dadas para ladrillos en la norma E.070 (MVCS, 2006) el panel con 0% y 15% EPS se clasificaría como ladrillo tipo IV ( $130 \text{ kg/cm}^2$ ), el panel con 20% EPS se clasifica como ladrillo tipo III ( $95 \text{ kg/cm}^2$ ), y el panel con 25% EPS se clasifica como ladrillo tipo II ( $70 \text{ kg/cm}^2$ ) y como bloque portante ( $85 \text{ kg/cm}^2$ ) de acuerdo a la norma E.070 (MVCS, 2006), por lo que, la mejor dosis técnica es 25% de EPS. Adicionalmente se elaboraron 12 paneles de concreto con 25% EPS, con unión tipo LEGO de  $0.5 \times 0.5 \times 0.10 \text{ m}$ , que fueron acoplados con el aditivo Sikadur®-32 Gel, determinando que, su firmeza al corte diagonal es  $13.13 \text{ kg/cm}^2$ , lo que representa el 257.45% y 162.10% de la resistencia en muretes solicitada para ladrillos artesanales ( $5.10 \text{ kg/cm}^2$ ) e industriales ( $8.10 \text{ kg/cm}^2$ ), según norma E.070 (MVCS, 2006), por tanto, se ultima que, los paneles con EPS pueden usarse en la construcción de edificaciones.

**Palabras clave:** diseño de mezclas, paneles, muretes.

## ABSTRACT

The objective was "To determine the incidence of pearl type polystyrene on the structural characteristics of precast partition wall panels, using concrete  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  with LEGO joint according to standard E070 (MVCS, 2006)". It is applied research. The basic methodology consisted in the design of concrete mixes  $f_c 175 \text{ kg/cm}^2$ , with which 36 specimens were constructed, to which 0%, 15%, 20% and 25% of pearl type polystyrene were added with respect to the volume of the concrete. The results indicate that the compressive strength decreases as the percentage of polystyrene bead addition increases, for units with 0%, 15%, 20% and 25% of expanded polystyrene (EPS), reaching 139.05%, 78.29%, 67.43% and 53.33% of the design  $f_c$ . If the compressive strengths achieved in concrete with polystyrene are compared with the strengths given for bricks in standard E.070 (MVCS, 2006), the results show that the compressive strengths achieved in concrete with polystyrene are lower than those given in standard E.070 (MVCS, 2006). (MVCS, 2006) the panel with 0% and 15% EPS would be classified as type IV brick ( $130 \text{ kg/cm}^2$ ), the panel with 20% EPS is classified as type III brick ( $95 \text{ kg/cm}^2$ ), and the panel with 25% EPS is classified as type II brick ( $70 \text{ kg/cm}^2$ ) and as bearing block ( $85 \text{ kg/cm}^2$ ) according to standard E.070 (MVCS, 2006), therefore, the best technical dosage is 25% EPS. Additionally, 12 concrete panels were made with 25% EPS, with LEGO type joint of  $0.5 \times 0.5 \times 0.10 \text{ m}$ , which were coupled with Sikadur®-32 Gel additive, determining that their diagonal shear strength is  $13.13 \text{ kg/cm}^2$ , which represents 257.45% and 162.10% of the resistance in walls requested for handmade bricks ( $5.10 \text{ kg/cm}^2$ ) and industrial bricks ( $8.10 \text{ kg/cm}^2$ ), according to E.070 standard (MVCS, 2006). (MVCS, 2006), therefore, it is concluded that EPS panels can be used in the construction of buildings.

Keywords: mix design, panels, walls.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Se espera que, la edificación sea rápida con métodos y materiales de calidad, mejorados, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente (Solomon y Hemalatha, 2020). A diferencia de los recursos limitados de agregados minerales livianos, los agregados de poliestireno están disponibles comercialmente en todo el mundo (Lee et al., 2018), por ello, en la actualidad, el uso de bloques de poliestireno unidos como un “lego”, utilizados desde 1970, para la construcción de casas, ha empezado a llamar la atención de las empresas constructoras por su facilidad de montaje, resistencia, confort térmico y bioclimático, además que permite el ahorro de energía (Dissanayake et al., 2021).

En Perú, a partir del 20 de diciembre de 2021, ha entrado en vigencia la Ley N° 30884 (Congreso de la República, 2018) que prohíbe la comercialización de envases descartables de poliestireno expandido (Tecnopor) a nivel nacional, esto debido a que, según argumenta el Ministerio del Ambiente (2021) el país está encaminado hacia la economía circular, modelo de desarrollo sostenible.

El poliestireno, es un material polimérico, obtenido del plástico, mediante polimerización, que se utiliza comercialmente en envases, pero que puede ser utilizado en elementos prefabricados, ya que reduce el peso estructural (Prasittisopin, et al., 2022), por sus prometedoras propiedades térmicas, de ductilidad e impacto mecánico, puede remplazar al ladrillo convencional (Khechekhouche, et al., 2022), Al-Naghi et al., (2022) argumenta que, las paredes hechas de paneles de poliestireno tienen una resistencia al flujo de calor 255% mayor que, las paredes construidas con bloques típicos de concreto.

Según el INEI (2018), en Chota, el 42.5% de las viviendas tienen material noble predominante en las paredes, porcentaje que crece con el paso del tiempo; pero, cuyo rendimiento en el proceso de asentado es menor que, el dado por CAPECO (Burga, 2022), debido al tiempo que, demanda el unir pequeñas unidades de albañilería; sin embargo, los paneles pre fabricados son unidades más grandes que facilitan el proceso constructivo, más aún cuando se trata de uniones tipo LEGO (Dissanayake et al., 2021), no obstante, para su fabricación requieren de agregados naturales (arena y confitillo), siendo recursos limitados, considerando que, en la provincia de Chota, solo hay una cantera de árido que, es “Conchán”; pero el uso de los mismos, puede reducirse a partir de la adición de otros materiales de reciclaje como, las perlas de poliestireno (EPS) en el concreto para fabricar los paneles.

Cualquier material de construcción que minimice el uso de recursos naturales o utilice materiales de desecho hasta cierto punto podría tener un futuro prometedor. En este estudio se ha considerado un sistema de paredes novedoso de este tipo, que adiciona 0%, 15%, 20% y 25% de poliestireno expandido (EPS) tipo perla, al volumen de concreto, con un diseño  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, para producir paneles ligeros de dimensiones 0.50 x 0.50 x 0.10 m, que cumplan con los requisitos de la Norma E.070 “Albañilería” dada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2006); así mismo, a estos paneles se les liga mediante unión LEGO para alcanzar la cobertura total de una tabiquería pre fabricada. Por lo que, la finalidad fue determinar la influencia del uso de poliestireno tipo perla en las características de paneles de tabiquería construidos con unión LEGO, usando concreto  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> siguiendo los lineamientos de la norma E070 (MVCS, 2006).

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera incide el uso de poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, utilizando concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  según norma E070?

## **1.3. Justificación**

El motivo que por el que se eligió este tema como objeto de estudio, fue la reciente aprobación de la Ley N° 30884 (Congreso de la República, 2018) que prohíbe la comercialización de envases descartables de poliestireno expandido (Tecnopor) a nivel nacional, no obstante, el poliestireno, es un material elaborado con plástico de desecho, por lo que, su fabricación permite la reutilización de este material desechado, sin embargo, si su aplicación se sigue direccionando a envases, seguirán siendo desechados con un solo uso, por lo que, es prudente, utilizar el poliestireno, en la industria de la edificación, donde, su aplicación para la fabricación de paneles, puede llevar a la construcción de estructuras más ligeras.

Se ha caracterizado los paneles prefabricados de dimensiones 0.50 x 0.50 x 0.10 m, utilizados como moldes de tabiquería mediante unión tipo LEGO, elaborados con concreto modificado con perlas EPS en porcentajes de 0%, 15%, 20% y 25% en volumen, verificando la incidencia del poliestireno en el peso, resistencia a compresión axial, y resistencia al corte de los paneles, teniendo en cuenta la norma E.070 (MVCS, 2006). Conociendo así el volumen de poliestireno que, se puede adicionar al concreto para elaborar paneles de albañilería, que cumplan la normatividad vigente, así mismo, la descripción del proceso de construcción de tabiquería mediante unión tipo LEGO, siendo un proceso innovador para la ciudad de Chota, donde el proceso de asentado de ladrillos es común (Burga, 2022). Se ha desarrollado, según la teoría de la plasticidad y la

función de fluencia de Hu y Schnobrich, que califican la elasticidad de un material al ser sometido a deformación, siendo que los paneles tienen como parte de su composición poliestireno, que se consideran materiales con mayor elasticidad que el concreto simple, siendo esta la base para el uso y aplicación de la teoría en el estudio.

Por lo tanto, es evidente las mejoras que significaría tener este tipo de alternativa tecnológica, tanto en lo social, ambiental, económico y constructivo.

#### **1.4. Delimitación de la investigación**

Se ha usado agregado fino de la cantera Conchán, y agregado grueso de la cantera Cuyumalca, de las cuales se ha determinado sus propiedades físico-mecánicas, para plantear el diseño de mezclas  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , con relación a/c de 0.63, asentamiento de 3" a 4", y contenido de aire de 1.50%, sin ningún tipo de aditivo. Con la mezcla diseñada, se elaboraron 36 probetas cilíndricas de concreto, con la adición de 0%, 15%, 20% y 25% de poliestireno tipo perla, de 3 mm, con densidad de  $10 \text{ kg/m}^3$ , en volumen de concreto; que fueron ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, determinando una dosificación más adecuada, con la que, se elaboraron 12 paneles con unión tipo LEGO de dimensiones de 0.50 m de largo x 0.50 m de ancho x 0.10 m de espesor, que fueron unidos por el sistema hembra – macho, pero, además, para mayor seguridad, se ha utilizado el aditivo Sikadur®-32 Gel, para elaborar tres muretes que fueron ensayos al corte diagonal a los 28 días, para comprobar si cumple con las características estructurales de acuerdo a la norma E.070 (MVCS, 2006), para su uso en muros de tabiquería pre fabricada.

## 1.5. Limitaciones

Se ha utilizado perlas EPS blanco de diámetro de 3 mm, de densidad 10 kg/m<sup>3</sup> (ver ficha técnica en anexos), no se ha probado diferentes densidades o gradaciones de poliestireno.

No se ha utilizado aditivos para concreto base f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>, debido a que, no se quería alterar la resistencia de un concreto común.

No se han elaborado paneles de concreto con la dosificación base f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>, sino con la dosificación adecuada de añadidura de perlas EPS, en volumen del concreto, para el ensayo en muretes, esto debido a que los paneles tipo LEGO con adición de poliestireno son la propuesta constructiva, no los convencionales, por ende, forma parte de la delimitación del estudio.

Además del ensamble tipo LEGO, para unir los paneles de concreto se ha utilizado adhesivo Sikadur®-32 Gel, y no se han realizado ensayos de resistencia al corte en muretes sin este aditivo, debido a que, forma parte del proceso constructivo usual que se sigue para la edificación con paneles.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar la incidencia del poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada, utilizando concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con unión LEGO, según norma E070 (MVCS, 2006).

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar los agregados utilizados en la preparación del concreto base  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .
- Determinar la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 0%, 15%, 20% y 25% de perlas EPS, en volumen.
- Determinar la resistencia al corte diagonal de los paneles de concreto con unión LEGO, de dimensiones  $0.50 \times 0.50 \times 0.10 \text{ m}$ , elaborados con la dosificación más adecuada de perlas de poliestireno, en volumen.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Macías y Jarre (2022) analizaron el uso de residuos de EPS en la producción de bloques huecos de concreto de 10 x 20 x 40 cm, para paredes exteriores y de carga de las viviendas. Se ha utilizado árido natural de la cantera Uruzca, Manabí, y 0%, 15% y 25% de residuo de EPS, como remplazo del polvo de piedra, alcanzando pesos de 12.48 kg, 12.01 kg y 11.56 kg; resistencia a compresión de 4.64 MPa, 4.33 MPa y 3.74 MPa; absorción de 4.07%, 5.05% y 5.01%, respectivamente. Concluyeron que, utilizando 25% de poliestireno se logra elaborar bloques huecos que conservan las características mecánicas y disminuyen su peso.

Solomon et al. (2022) en su investigación exploraron el impacto de la incorporación de EPS en paneles ICF, bajo compresión axial y flexión. Elaboró 10 paneles con altura de 1000 mm y ancho de 500 mm, con diferentes espesores, según el espesor de EPS. Utilizó, EPS de mayor densidad de 20 y 40 kg/m<sup>3</sup>, con espesor mayor de 50 y 100 mm, la dosificación de materiales base fue 393 kg de cemento, 742 kg de AF, 1115 kg de AG y 197 kg de agua por m<sup>3</sup>, obteniendo resistencia a compresión a los 28 días, de 31.25 N/mm<sup>2</sup>, mientras que, los paneles con EPS alcanzaban valores de 18 a 25 N/mm<sup>2</sup>. Concluyeron que, la incorporación de EPS cambió la naturaleza de falla frágil del panel de concreto simple a falla dúctil, y a pesar de disminuir la resistencia, la naturaleza elástica del EPS ayuda a que, el panel ICF se mantenga unido incluso después de la falla del concreto.

Basantes y Arévalo (2022) en su tesis, analizó el comportamiento de la mampostería simple y confinada, en modelos a escala real, utilizando paneles de fibrocemento con poliestireno expandido, para ello, ensayó 2 muros de cada tipo, 1 pórtico sin panel de relleno. Concluyeron que, los muros de mampostería confinada presentan mayor resistencia (7.67%), mayor rigidez lateral (41.91%), y menor disipación de energía (441.83%) que los muros con mampostería simple.

Shelton et al. (2022) analizaron el comportamiento a compresión axial de paneles de pared de forma de concreto con tablero de fibrocemento, de densidad 1.2 g/cm<sup>3</sup>, con variación del espesor de 6 a 10 cm, determinando que, los paneles de espesor 10 cm resisten una carga máxima de 540 kN con desplazamientos de 13 mm. Concluyeron que el sistema de construcción ICF proporciona un comportamiento plástico deseable frente a cargas de compresión axial, por lo que, se recomienda para la construcción de paredes.

Priya y Sivakumar (2021) en su pesquisa “Experimental Investigation of the Properties of Light Weight Concrete Wall Panels” determinaron las propiedades de paneles de pared tipo sándwich, de concreto, elaborados con perlas EPS como sustituto del agregado grueso en proporciones de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% del volumen. Utilizaron la proporción base de 1: 1.96: 2.16, equivalente a 444 kg de cemento, 874 kg AF, 958 kg AG, 200 kg de agua por m<sup>3</sup>. En el concreto con poliestireno, verificaron que la densidad disminuye a mayor porcentaje de poliestireno, llegando a 1461 kg/m<sup>3</sup>, así mismo, la firmeza a compresión disminuye progresivamente, reduciéndose hasta 5.23 N/mm<sup>2</sup>. Elaboraron paneles de 300 mm x 75 mm de sección, los cuales obtuvieron resistencias de 25 a 8 N/mm<sup>2</sup>, cuando se le sustituía el AG por 0% y 100% de perlas EPS. Concluyeron que, la mezcla con 60% de EPS cumple con la norma IS

2185 que sugiere una firmeza a compresión mínima de 10.4 N/mm<sup>2</sup>; siendo así, la firmeza a compresión en cubos de concreto con 60% de EPS es 11.70 N/mm<sup>2</sup>, en paneles es 13.73 N/mm<sup>2</sup>, así mismo el peso, se reduce en 25.7%.

Souza et al. (2021) determinaron las propiedades físicas, mecánicas y mineralógicas del concreto celular de escoria activada alcalinamente con poliestireno expandido, determinando que, tenía densidad aparente inferior a 800 kg/m<sup>3</sup>, y resistencia mecánica de 3MPa.

Priyanka et al. (2021) determinaron las características funcionales y de resistencia de los paneles de pared de concreto con EPS de 3 mm, utilizaron la relación agua/cemento de 0.25, obteniendo concreto de densidad de 1100 kg/m<sup>3</sup>, donde los paneles con perlas de EPS muestran menor conductividad térmica y menor resistencia a la flexión, pero aun así cumplen los requerimientos para su uso en la construcción de paredes.

Yousefi (2021) determinó la correspondencia entre el comportamiento a compresión y la conductividad térmica – densidad de paneles de poliestireno expandido. Elaboró 209 muestras, con diferentes porcentajes de poliestireno, verificando que, la conductividad térmica disminuye de forma no lineal con el acrecentamiento de la densidad de EPS, mientras que, la tensión a compresión de deformación aumenta linealmente con el aumento de la densidad del EPS, siendo así, se pueden utilizar en muros.

García (2020) en su tesis evaluó el comportamiento mecánico del sistema de construcción de muros de concreto con EPS, para ello construyó 16 modelos de muretes, con mezcla de concreto y mortero, de dimensiones 80 cm x 80 cm de 1.50 cm de espesor. Determinó que los muros aligerados con poliestireno expandido tienen mayor rigidez axial y a cortante cuando el concreto es el material

utilizado para su construcción, es decir, si el material escogido es el concreto su rigidez axial es 8% mayor y su rigidez a cortante es 34% mejor que cuando son contruidos con mortero, con resistencia en muretes de 2.82 MPa y 1.94 MPa para concreto y mortero con poliestireno.

Alonso et al. (2020) establecieron las características de paneles de concreto ligero de EPS, elaborados con arena del banco de río Santo Domingo, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, que tiene módulo de finura 2.80, absorción de 6.73%, densidad 2.97 kg/cm<sup>3</sup>, PUS y PUC de 1502 y 1646 kg/m<sup>3</sup>; los cuales tienen resistencia a compresión promedio a los 7, 14 y 28 días de 86.66, 101.13 y 116.93 kg/cm<sup>2</sup>.

Laguna (2020) en su tesis de maestría, planteó el diseño de paneles de concreto ligero a base de EPS reciclado, utilizó agregado fino del río Santo Domingo, Chiapas, con MF 2.80, densidad 2.97 g/cm<sup>3</sup>, absorción 6.73%, peso volumétrico suelto y compactado de 1502 y 1646 kg/m<sup>3</sup>. Elaboró probetas con concreto de EPS para pruebas a compresión a los 7, 14 y 28 días, determinando que presentan densidad de 1.64 gr/cm<sup>3</sup>, y resistencia de 116.93 kg/cm<sup>2</sup>. Fabricó cuatro prototipos de panel: A con 1.10 x 0.60 x 0.04 m, B con 1.20 x 1.20 x 0.025 m, C con 1.00 x 0.60 x 0.05 m, y D con 1.00 x 0.60 x 0.025 m, verificando que el prototipo C y D cumplen con los ciclos de carga y descarga. Concluyó que, la edificación de viviendas modulares usando paneles ligeros es una solución ecológica en Tuxtla, no obstante, presenta menor resistencia que el concreto convencional lo que limita sus aplicaciones en el campo estructural a grandes edificaciones como torres o edificios corporativos.

Loaiza et al. (2020) evaluaron el comportamiento mecánico a compresión de muros de concreto aligerado con EPS. Utilizaron los diseños base  $f'c$  14 MPa

y 17.50 MPa, reforzados con malla y refuerzo constructivo, utilizando agregados locales de Colombia, determinando que son aptos para el uso en la edificación de casas familiares.

González (2020) determinó el comportamiento mecánico de 13 paneles de poliestireno expandido, de espesor de 0.13 m, 2.40 m de altura y 1.30 m de ancho (panel sencillo), 2.60 m (panel doble acoplado) y 3.60 m (panel triple acoplado), los cuales tenían fuerza elástica de 41,068, 73,553 y 80,532 N, respectivamente, así mismo, la resistencia a compresión de concreto de 21 MPa a los 28 días, fue de 137%, además, los costos de construcción de paneles sencillos y dobles es \$ 147,44 y \$ 173,464 por m<sup>2</sup>, por lo que concluyó que, al pasar de un panel sencillo a un panel doble o triple, se acrecienta la capacidad de carga al doble, pero también, se incrementa el costo.

Solomon y Hemalatha (2020) en su estudio tuvieron como objetivo explorar las características de compresión y flexión de los bloques con poliestireno expandido en condiciones de carga estándar y evaluar el rendimiento térmico de los paneles ICF utilizando el valor R. determinaron que la deformación plástica del bloque ICF es 78 veces mayor que la del bloque de concreto simple, además ayuda a cambiar la naturaleza de falla del concreto intercalado de frágil a dúctil.

Salcedo (2020) en su tesis, realizó una encuesta a la población del sector sureste de Guayaquil, para conocer la factibilidad de construcción de paneles con poliestireno determinando que, el 98.44% de personas están totalmente de acuerdo con el uso de poliestireno reciclado como material de fabricación de paneles rectangulares, con dimensiones de 2.44 x 1.22 m, donde el principal indicador de su interés en un 80% es el precio, por lo que, fabricó paneles de 2.44 x 1.22 m de

largo y ancho, con espesor de 12.7 mm, con poliestireno para su uso en viviendas de Guayaquil, los cuales tendrían un costo de \$ 3.33.

González y Fonseca (2020) en su investigación evaluaron paneles de mortero con 30, 40 y 50% de poliestireno como sustituto del volumen de arena, evaluando su firmeza a compresión en 252 cubos de 5x5x5cm (19.96 MPa, 26.69 MPa, 16.02 MPa) y su firmeza a flexión en 6 paneles de 45x60x4cm, con 40% de remplazo de arena por EPS. A compresión a los 7, 14 y 28 días de curado se la resistencia disminuye entre 31 a 38%, 23 a 38% y 27 a 40%; y de peso entre 8 a 15%, 9 a 16% y 9 a 16%, mientras que, a flexión reduce en 15.7% la resistencia y en 11.7% su peso.

Ojeda (2019) en su tesis, determinó el impacto económico del uso de EPS en muros en viviendas de Girardot, Colombia. Concluyeron que, con el uso de poliestireno, se ahorra tiempo, costo y espacio, tal como, 17% en tiempos de construcción, 18% en costos de producción, y ahorra espacios el 31.79% por m<sup>2</sup> construido, siendo un material alternativo favorable.

Trejos y Suarez (2019) determinaron la firmeza a compresión del concreto con 0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 13% y 15% de poliestireno expandido en relación al peso, sobre una mezcla base de 35 MPa, obtiene 2572, 2406, 2370, 2386, 2370, 2362, y 2311 kg/cm<sup>3</sup> de densidad, y 31, 27, 25.7, 25, 22.5, 23.2, y 22.5 MPa. Concluyó que, a mayor poliestireno expandido agregado en la mezcla, se obtiene menor resistencia a compresión, pero con 5% de poliestireno la resistencia es adecuada, representa el 73.4% del diseño de mezcla.

Lee et al. (2018) comprobaron el comportamiento estructural de paneles sándwich compuestos, de 100 x 100 x 65 mm, con concreto simple con poliestireno expandido (EPS) y concreto de ultra alto rendimiento con poliestireno

expandido (HPEPC), Midieron la densidad, resistencia a compresión, flexión y relación de poisson, llegando a determinar las resistencias máximas medias a compresión de 8.89 MPa y 45.23 MPa, para concreto EPS y HPEPC, respectivamente. Así mismo, comprobaron que, el HPEPC con una proporción de 40% de poliestireno era adecuado para concreto ligero de alta resistencia. Concluyeron que, el HPEPC tenía 8 veces más resistencia a compresión, 0.25 veces más conductividad térmica.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Leonardo y Lozano (2021) incorporaron poliestireno expandido reciclado en 0%, 0.5%, 1% y 1.50% en peso, en ladrillos de concreto, en Moyobamba, alcanzando resistencias a compresión de 136.85, 145.82, 139.87, y 129.40 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, clasifican como tipo IV, a excepción de los ladrillos con 1.50% de poliestireno que, clasifican como tipo III. Concluyeron que, para ladrillos más resistentes se debe usar solamente 0.50 de poliestireno.

Lapa (2020) en su tesis, determinó el efecto de EPS en los bloques de concreto de Huancayo. Hizo mezcla, con las relaciones a/c de 0.60, 0.70 y 0.80, a los cuales modificó sustituyendo la arena de la cantera Pilcomayo por poliestireno en 0%, 20%, 40% y 60%, determinando que, el PU variaba de 2279.57 a 1087.34 kg/m<sup>3</sup>, y la resistencia con la R a/c 0.60 era 122.99, 104.10, 76.19 y 56.32 kg/cm<sup>2</sup>, con R a/c 0.70 era 77.22, 59.30, 46.81 y 44.24 kg/cm<sup>2</sup>, con R a/c 0.80 era 69.39, 57.53, 49.64 y 46.98 kg/cm<sup>2</sup>. Elaboró 45 ladrillos de 23 x 13 x 9.5 cm, con la dosificación de 20% de EPS R a/c 0.60 (Ladrillos tipo A) y 40% de EPS R a/c 0.80 (Ladrillos tipo B), verificando que, su resistencia a compresión en unidad era 77.77 y 31.24 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, en pilas alcanzaba 40.54 y 27.24 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo, tienen costo por millar de 582.96 soles y 491.81 soles. Concluyó que, los

ladrillos tipo A son estructurales, y los tipos B no estructurales, para uso en tabiquería y parapetos.

Curo y Yupanqui (2020) en su investigación, elaboraron bloques con EPS para su uso en muros portantes en Piura. Utilizaron arena con humedad 1.36%, MF 2.99, absorción 2.46%, peso específico 2.55 g/cm<sup>3</sup>, agregado grueso con humedad 0.86%, MF 3.40%, absorción 1.62% y peso específico 2.64 g/cm<sup>3</sup>. Elaboraron probetas cilíndricas que alcanzaban firmeza a compresión de 70.42 kg/cm<sup>2</sup>, 91.86 kg/cm<sup>2</sup>, y 105.44 kg/cm<sup>2</sup>, para los diseños 1 (densidad 1200 kg/m<sup>3</sup>), 2 (densidad 1400 kg/m<sup>3</sup>) y 3 (densidad 1600 kg/m<sup>3</sup>). Determinaron que la dosificación adecuada, era 428 kg de cemento, 433 kg de arena, 879 kg de grava, 175 lts de agua y 2.10 kg de EPS, para 1 m<sup>3</sup> de concreto. Elaboraron bloques de 25.50 x 15 x 18 cm, que alcanzaron firmeza a compresión en unidad de 59.21 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyeron que, los bloques con EPS se pueden usar en muros portantes, con un menor peso.

Trinidad (2020) determinó que los bloques livianos, de 39 x 19 x 9 cm, adicionando poliestireno reciclado, obtienen resistencia a compresión de 57 kg/cm<sup>2</sup> cuando se diseña la mezcla con poliestireno común de densidad de 1600 kg/cm<sup>3</sup>, y 63 kg/cm<sup>2</sup>, cuando se modifica la densidad del poliestireno. Así mismo, el concreto con poliestireno común es 47% más barato, que el concreto con EPS. Concluyó que, los bloques con poliestireno común, superan la resistencia mínima portante y no portante, de 50 kg/cm<sup>2</sup> y 20 kg/cm<sup>2</sup>, según la norma E.070.

Chuquizapon e Ibañez (2020) determinaron el efecto de la densidad del EPS (7.35 y 21.12 kg/m<sup>3</sup>) en la firmeza a compresión, peso unitario y costo del concreto ligero estructural. El concreto con EPS (densidad 7.35 kg/m<sup>3</sup>) al 0%, 15%, 30%, 45%, 50% y 60% alcanza resistencias a compresión de 412.45, 367.40,

325.63, 267.54, 259.53 y 237.02 kg/cm<sup>2</sup> mientras que, el concreto con EPS (densidad 21.12 kg/m<sup>3</sup>), en las mismas dosificaciones, alcanza, 412.45, 370.37, 331.03, 281.26, 261.38 y 237.74 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyeron que, la dosificación adecuada es 40% de EPS.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Medina (2022) en su estudio presentado en la UNACH utilizó AF de Conchán, y confitillo de Chuyabamba, reemplazando los agregados por 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de perlas de poliestireno, para elaborar concreto que fue ensayado inicialmente en cubos de 10 cm de lado, para posteriormente elaborar bloques de concreto de 39 x 10 x 19 cm con poliestireno al 0%, 10% y 20%, obteniendo firmezas a compresión de 58.32, 50.10 y 35.71 kg/cm<sup>2</sup>; donde los muretes con bloques con 0% y 10% EPS tenían firmeza al corte diagonal de 13.96 y 12.92 kg/cm<sup>2</sup>.

Bustamante (2021) en su tesis presentada en la UNACH, caracterizó el concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> con 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30% EPS respecto al volumen de los agregados. Elaboró 84 muestras cilíndricas, con árido de Conchán, y AG de la cantera San Juan, que fue modificado con poliestireno, determinando que, a mayor porcentaje de EPS se reduce el peso y firmeza a compresión del concreto, pero 12.50% de poliestireno es el porcentaje adecuado, con el que, se alcanza 175.50 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que, se utilizó este para la edificación de un modelo a escala de paredes cerradas (dos habitaciones) en los que, determinó que, logran temperaturas y sonidos menores, en 17.30 °C y 39.50 Db, además de que, su costo de producción es 5.47 soles más rentable, que el concreto convencional. Concluyó que, este concreto se puede utilizar en la construcción de muros/ paredes de viviendas y otras estructuras con  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2.2. Bases teórico – científicas

### 2.2.1. Ley de endurecimiento

El esfuerzo de fluencia  $\sigma$  y en un caso general, no es una constante. En el caso particular cuando es constante, se tienen un modelo de plasticidad perfecta. En cualquier otro caso se requiere una ley de endurecimiento que defina la evolución. En términos generales se puede escribir como: (Rodríguez, 2011)

$$\sigma_y = \sigma_y(\bar{\epsilon}_p) \quad (2)$$

Donde  $\bar{\epsilon}_p$  es la deformación plástica equivalente uniaxial.

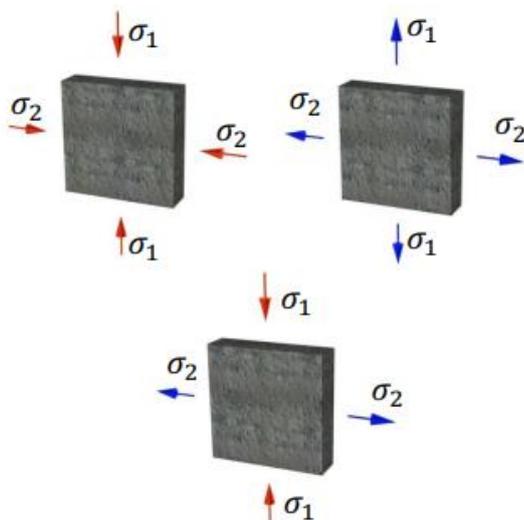
### 2.2.2. Aplicación a paneles de concreto

Kupfer et al. (1969) citados por (Rodríguez y Linero, 2012) probaron un grupo de paneles cuadrados de concreto simple de 0.20 m de lado y 0.05 m de espesor, sometidos a diferentes estados de carga distribuida paralela a su plano como lo indica la Fig. 1, demostrando que, las cargas aplicadas causan una repartición homogénea del campo del esfuerzo sobre el panel.

#### Figura 1

*Paneles de Concreto Simple Sometidos a Cargas*

(a) *Tracción biaxial*, (b) *Compresión biaxial*, y (c) *Tracción – compresión*



Nota: (Rodríguez, 2011).

Siendo así, en el presente estudio, tomando en cuenta que, la resistencia en paneles de concreto, es igual en todas las direcciones, por la teoría de la plasticidad del concreto, se ha ensayado la firmeza a compresión en probetas cilíndricas de concreto con perlas de poliestireno.

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. *Poliestireno expandido tipo perla***

El poliestireno expandido es un derivado del petróleo, al igual que todos los plásticos, para su fabricación se inyecta de aire al poliestireno, por lo que, es un material más liviano y económico (Delgado, 2018). De forma técnica, se define 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” (Asociación Nacional de Poliestireno Expandido (ANAPE), 2022). Es usado en edificaciones, por sus propiedades como aislante acústico y térmico.

#### **2.3.1.1. Proceso de fabricación de poliestireno expandible**

El poliestireno expandido, se transforma a partir del poliestireno expandible. Este último, se obtiene a partir de la polimerización del monómero de estireno con adición, de pentano, a través de un reactor de agua (ANAPE, 2022)

#### **2.3.1.2. Proceso de transformación del poliestireno expandible**

Para producir el EPS, se sigue el proceso de: (ANAPE, 2022)

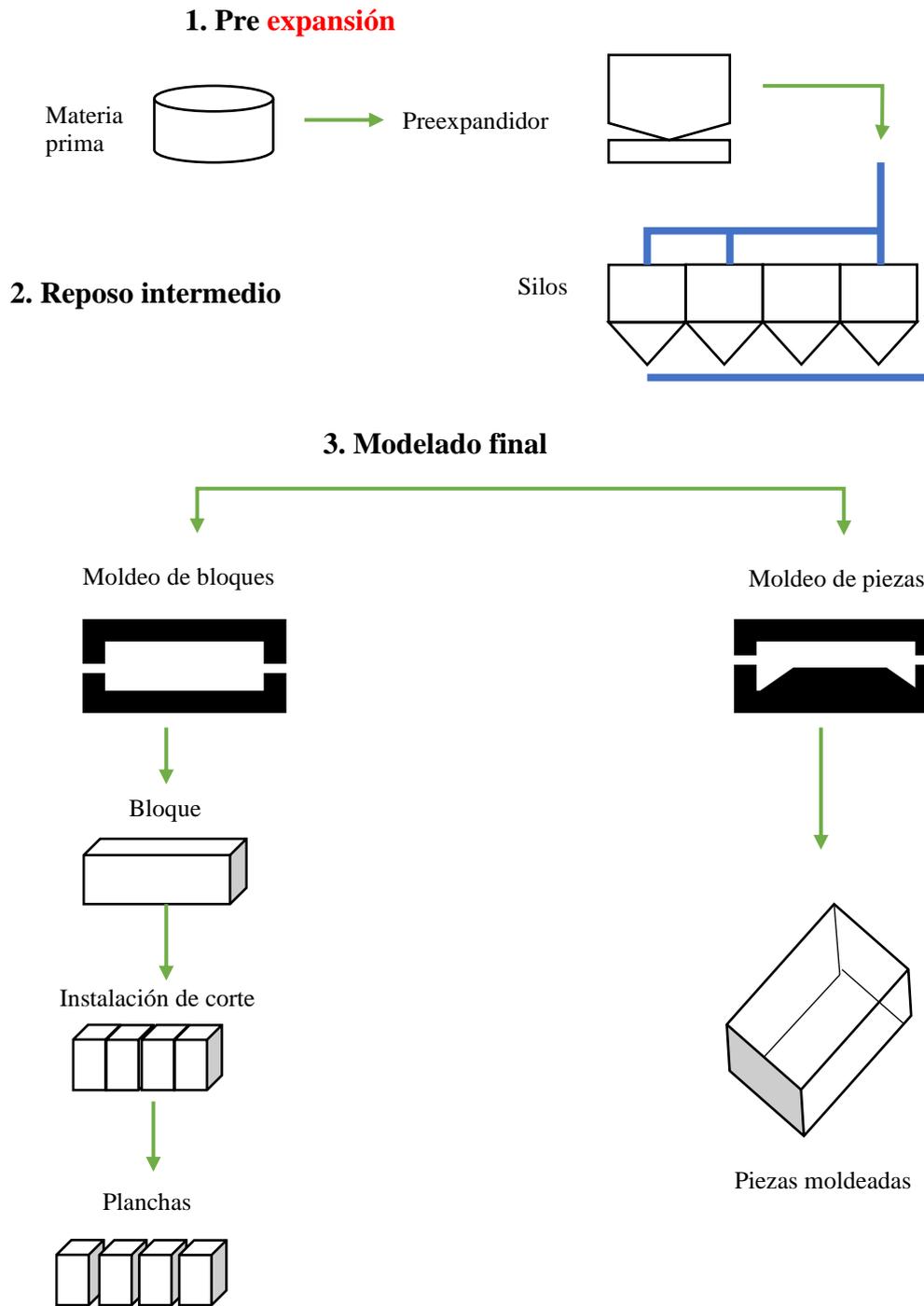
*Preexpansión.* El poliestireno expandible se calienta en los preexpansores a la temperatura de 80 °C a 110 °C, siendo el tiempo y temperatura de exposición, lo que define la densidad del poliestireno expandido 10 a 30 kg/m<sup>3</sup>.

*Reposo intermedio y estabilización.* El material preexpandido reposa en silos ventilados para secar las perlas, mientras se les coloca aire por difusión.

*Expansión y moldeo final.* Las perlas se colocan en moldes donde se les aplica vapor de agua, para que se suelden entre sí, formando grandes bloques, que luego son cortados en planchas, cilindros, o se dejan en su forma inicial de perlas.

**Figura 2**

*Proceso de Transformación del Poliestireno Expandible en EPS*



Nota: (ANAPE, 2022).

### 2.3.1.3. Propiedades físicas

*Estructura.* Sensación táctil que da la superficie, a partir de la forma como se enlazan sus componentes internos. El poliestireno expandido posee textura suave (Lituma y Zhunio, 2015).

*Tamaño.* Dimensión granulométrica del material. El poliestireno expandido, son partículas esféricas de 1 a 6 mm, cuya dimensión depende del grado de expansión (Lituma y Zhunio, 2015).

*Densidad.* Peso por unidad de volumen del material, la norma ASTM C 578-92 ha estandarizado al poliestireno expandido según su densidad, pero a la vez la densidad de este material depende del grado de expansión que este alcance en el proceso de elaboración, según la temperatura y tiempo de exposición en la máquina preexpandidora (Lituma y Zhunio, 2015).

**Tabla 1**

*Clasificación del EPS según la Norma ASTM C578*

Tipo		I	II	VIII	IX	XI
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Nominal	16	24	20	32	12
	Mínima	15	22	18	29	12

Nota: (Lituma y Zhunio, 2015).

**Tabla 2**

*Mesura de perlas de EPS*

Tamaño (mm)	Grado de expansión (%)	Densidad (g/l)
0.8 a 2.5	95	15
0.8 a 1.6	94	16
0.4 a 1.0	92	18
0.4 a 0.8	91	20

Nota: (Baculima, 1985, citado por Lituma y Zhunio, 2015)

#### 2.3.1.4.Comportamiento mecánico

Conocer el comportamiento mecánico del poliestireno ante los distintos esfuerzos, es de interés, debido a que, las aplicaciones de este material en construcción, pueden llevarlo a incidir en la resistencia a cargas, por lo que, generalmente se mide la firmeza a compresión, para deformación del 10%, la firmeza a flexión, la firmeza a tracción y la firmeza a cizalladura; propiedades mecánicas del poliestireno expandido que, están altamente relacionadas con la densidad (Ossa, 2009).

**Tabla 3**

*Propiedades Mecánicas del EPS según Densidad*

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	15	25	40	50
Tracción (KPa)	200	350	600	750
Compresión (KPa)	90	180	320	400
Flexión (KPa)	200	400	700	900

Nota: (Lituma y Zhunio, 2015).

#### 2.3.1.5.Propiedades químicas

Según ANAPE (2022) el EPS frente a muchos productos químicos, como, solución salina, jabones, lejías, ácidos diluidos, ácido clorhídrico (35%), ácido nítrico (50%), soluciones alcalinas, y alcoholes (metanol, etanol), mantiene su estabilidad química, no se destruye aún con una acción prolongada; así mismo, frente a aceites de silicona, es relativamente estable; en cambio, no es estable, se contrae o se disuelve, al usar ácidos concentrados al 100% sin agua, disolventes orgánicos (acetona, ésteres, etc.), hidrocarburos alifáticos saturados, aceite de Diesel y carburantes.

### 2.3.1.6. Propiedades externas

*Aislamiento térmico.* Capacidad de mantener la temperatura ambiente en un lugar.

El poliestireno expandido presenta buena capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío, temperando un ambiente, debido a que el 98% de su volumen es aire, y solo el 2% es materia sólida (ANAPE, 2022).

**Tabla 4**

*Coefficiente de Conductividad Térmica del EPS según Densidad*

Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	15	25	40	50	60
$\Lambda$ (W/mK)	0.043	0.035	0.033	0.033	0.034

Nota: (Lituma y Zhunio, 2015).

*Aislante acústico.* Capacidad de oponerse al paso del sonido, impidiendo o disminuyendo el ruido entre ambientes.

*Comportamiento ante el agua.* El poliestireno expandido, es considerado como árido no absorbente, para el agua en estado líquido (Lituma y Zhunio, 2015)

**Tabla 5**

*Agua Absorbida por el EPS según Densidad*

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	13	20	25	30
A los 7 días	0.917	0.624	0.434	0.358
A los 28 días	1.003	0.699	0.513	0.388

Nota: (Baculima, 1985, citado por Lituma y Zhunio, 2015).

*Comportamiento frente a factores atmosféricos.* El poliestireno expandido bajo la acción continua de luz UV tiende a amarillarse y se torna deleznable; así mismo, la lluvia y el viento erosionan su superficie (ANAPE, 2022).

*Comportamiento ante el fuego.* Al exponer el EPS a temperaturas superiores a los 100 °C, genera que este se reblandezca lentamente, y se contraiga, por tanto, si se aumenta la temperatura se funde (ANAPE, 2022).

### 2.3.1.7. Ciclo de vida del poliestireno expandido e impactos al medio ambiente

El EPS es uno de los materiales más comunes usados en los envases. Cuyo ciclo de vida como envase, consistente en fabricación, uso o distribución y disposición final. Siendo así, los residuos de EPS terminarán en vertederos, incineradores, plantas de reciclaje y otros tratamientos alternos. De 1000 kg de residuos de EPS, el envío de los residuos al incinerador causará el mayor conjunto de emisión de impactos ambientales potenciales, que es de 6446.88 kg de emisión eq. La emisión total en la condición de envío de residuos a vertedero se reduce a la mitad de la de envío a incineradora, que es de 3109.58 kg de emisión eq. Del resultado mostrado, el envío de los residuos de EPS a la planta de reciclaje emitió los menores impactos al medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, que es de 3076.67 kg de emisión eq. El reciclaje de EPS tiene el potencial de reducir significativamente los impactos ambientales; ya que los desechos se reciclarán, indirectamente se reducirá las emisiones del principal contribuyente, que es la fabricación de EPS (Lim et al., 2020).

**Tabla 6**

*Emisión de Impacto Ambiental Potencial para 1000 kg de EPS por Procesos*

Potencial de impacto	100% de residuos en vertedero			100% de residuos al incinerador			100% de residuos a la planta de reciclaje		
	Manufatura	Distribución	Vertedero	Manufatura	Distribución	Incineración	Manufatura	Distribución	Reciclaje
GWP (kg CO2 eq)	2990	45.27	66.17	2990	67.65	3380.95	2990	70.15	0
AP 8kg SO2 eq)	7.38	0.12	0.19	7.38	0.18	0.33	7.38	0.18	0
EP (kg N eq)	0.357	7.65 x 10 <sup>-4</sup>	0.09	0.357	1 x 10 <sup>-2</sup>	0.02	0.357	1 x 10 <sup>-2</sup>	8.59
ODP (kg CFC11 eq)	1.21x10 <sup>-4</sup>	0	2.18x10 <sup>-13</sup>	1.21x10 <sup>-4</sup>	0	5.24x10 <sup>-13</sup>	1.21x10 <sup>-4</sup>	0	0
Total	3109.58 kg emisión eq			6446.88 kg de emisión eq			3076.67 kg de emisión eq		

Nota: ODP potencial de agotamiento del ozono, AP Potencial de acidificación, EP Potencial de eurofización y GWP potencial de calentamiento global (Lim et al., 2020).

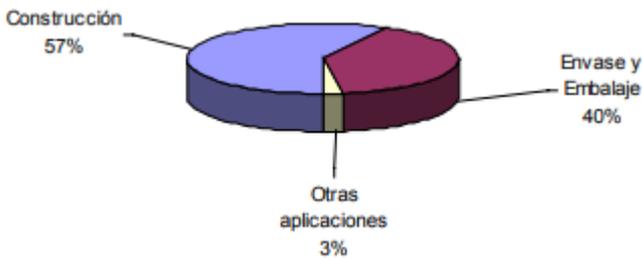
### 2.3.1.8. Producción y reciclaje del poliestireno expandido

Entre los usos a lo largo de un largo ciclo de vida, se tiene como el aislamiento de edificios, que se desecha a un ritmo más lento, pero las otras aplicaciones, como envolver, se suman rápidamente a la gestión de basura. En el 2005, el poliestireno expandido en España, se utilizaba en 57% en la industria de la construcción, 40% en envases y embalaje, y 3% en otras aplicaciones; el EPS en la edificación se le aprovecha, como aislamiento térmico, como aligerante, para rellenos, núcleos y encofrados, mientras que, el área de Alimentación, y la de Embalaje de electrodomésticos y electrónica de consumo son las que más utilizan el poliestireno para envases y embalaje consumiendo 28.232 T en el año de 2003. No obstante, el reciclaje de EPS en Europa Occidental tendía a 25%, 27%, 30% y 33% para el año 2000, 2001, 2002 y 2003. Al dejar de ser útil, el EPS es dispuesto para el flujo de residuos, pero por sus propiedades invitan a su reciclaje. El EPS representa el 0.1% del total por peso de residuos municipales, de aquí se puede señalar que, en España, el 17.5% del total de la producción de EPS se recupera, por tanto, si la producción de EPS en 2003 fue de 70.700 Tm, el volumen de reciclado del mismo año fue de casi 12.372 Tm, de las que 9.721 Tm (13.7%) fueron valorizadas energéticamente y 2.651 Tm (3.75%) recuperadas, lo que deja 15.859 toneladas de residuos aprovechables de EPS de envases y embalajes. Finalmente, los residuos de EPS reciclados se utilizaron para la producción de bloques en 45%, de piezas moldeadas en 26%, de concreto ligero en 18%, entre otras aplicaciones (González, 2005).

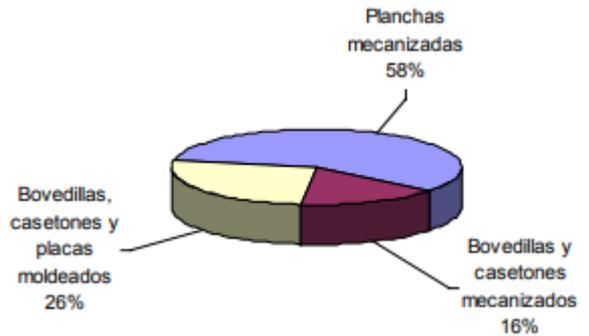
**Figura 3**

*Producción y Reciclaje de Poliestireno Expandido*

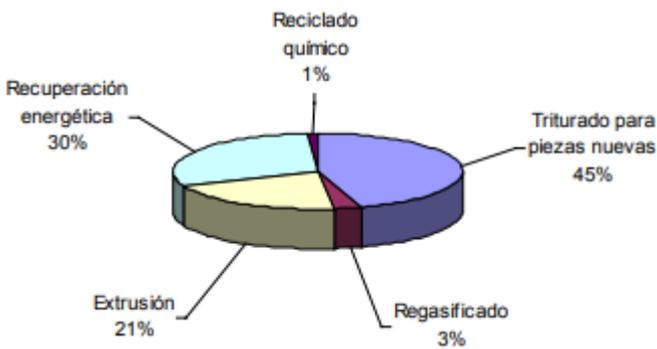
Desglose de aplicaciones del EPS en España



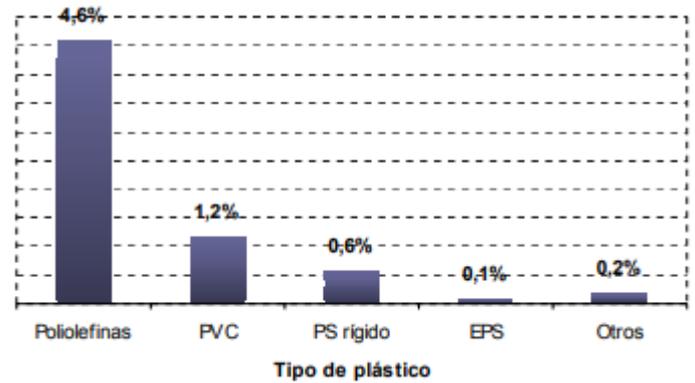
Desglose de aplicaciones en la construcción



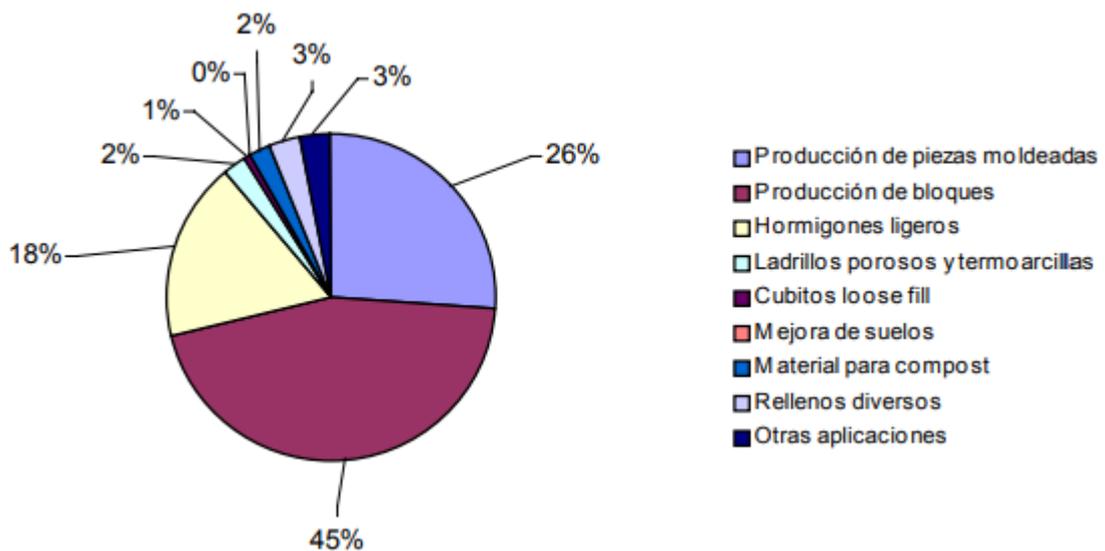
Vías de Reciclado de EPS en Europa Occidental, 2003



Total, de la participación de los plásticos 7%



Destino del EPS recuperado en España, 2003



Nota: (González, 2005)

### 2.3.1.9. Poliestireno expandido en el concreto

El EPS en el concreto, puede utilizarse para diversos fines, como, la elaboración de paneles, aislamiento térmico de techos, concreto ligero entre otros (Lituma y Zhunio, 2015). No obstante, el concreto con poliestireno expandido tiene ventajas y desventajas (Kuhail, 2001).

**Tabla 7**

*Ventajas y Desventajas del Concreto con EPS*

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Peso</b>	Luz, hasta 600 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Fuerza</b>	De 2 a 20 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Resistencia a productos químicos</b>		Sensible a la mayoría de los productos derivados del petróleo.
<b>Aplicaciones de campo</b>	Adecuadas para estructuras y miembros no estructurales.	No apto para ser utilizado como concreto pretensado.
<b>Costo</b>	Menos que la mayoría de los concretos ligeros disponibles	
<b>Resistencia acústica</b>	La mejor entre todos los demás concretos ligeros	
<b>Resistencia al fuego</b>		Comienza a evaporarse por encima de 300 °C
<b>Trabajabilidad</b>	Muy manejable con una relación a/c baja	
<b>Consistencia de la mezcla</b>	Consistencia para a/c 0.32 a 0.45	Estable hasta 30 minutos después de mezclar
<b>Aislamiento térmico</b>	El mejor entre todos los concretos	
<b>Tiempo de endurecimiento del concreto fresco</b>	Inferior al concreto normal	

Nota: (Kuhail, 2001).

El concreto ligero de EPS es una innovación en el mercado de la construcción, ya que se destaca por su ejecución, costo y eficiencia. Esta nueva técnica busca dotar a las construcciones de: ligereza, reducción de costes, reducción de tiempos en las obras y buen comportamiento térmico y acústico, produciendo confort al ambiente

(Fernandez et al., 2019), para ello, se elaboran paneles con poliestireno expandido en remplazo de la albañilería convencional.

**Tabla 8**

*Comparación entre la Albañilería Convencional y con Paneles de EPS*

<b>Características</b>	<b>Albañilería convencional</b>	<b>Paneles EPS</b>
<b>Resistencia mecánica</b>	Excelente resistencia mecánica, sin embargo, inferior al sistema en paneles de EPS. Impulsa más calor, pero gasta más energía	Baja conductividad térmica, reducción de gastos energéticos y de climatización
<b>Resistencia al fuego</b>	Excelente. Para una pared con bloque de 9 cm y mortero de 6 cm de espesor, se tiene un tiempo de 150 min.	Bajo. Para una pared con bloque de 9 cm y mortero de 6 cm de espesor, se tiene un tiempo de 40 min.
<b>Aislamiento térmico</b>	Está constituido por un buen aislamiento, pero el bloque tiene una resistividad menor capacidad que el EPS. Su coeficiente oscila entre 0.9 y 1.2	Características principales, alta capacidad de resistencia al paso del calor, su estructura de celdas cerradas. Su coeficiente oscila entre 0.035 y 0.042
<b>Insonorización</b>	Para una pared de 15 cm se obtiene a $R_w$ 38 db	Para una pared de 14 cm se obtiene $R_w$ 38 db
<b>Almacenamiento</b>	Su almacenaje ocupa mucho espacio, reduciendo la tasa de movilidad en el trabajo	Se puede apilar horizontalmente superpuesto con un máximo de 20 paneles. Reduce la ocupación del espacio
<b>Peso</b>	Más grande, de forma que en las mismas dimensiones que el panel de 15 cm de espesor puede alcanzar los 250 kg/m <sup>2</sup>	Reduce el peso estructural de la obra, ya que el EPS está compuesto en un 98% por aire. El panel acabado de 15 cm de espesor tiene su peso alrededor 120 kg/m <sup>2</sup>
<b>Mano de obra</b>	No necesita mano de obra especializada	Por su sencillez de ejecución no requiere mano de obra especializada, sino una cualificación mediante formación.

<b>Características</b>	<b>Albañilería convencional</b>	<b>Paneles EPS</b>
<b>Productividad</b>	Por su sistema totalmente artesanal, se caracteriza por un método mucho más lento y menos productivo	Por su fácil manejo y aplicación simplificada caracterizada por el modularidad, presenta alta productividad ejecutiva
<b>Precio</b>	Bajo costo unitario inicial, debido a la abundancia de sus materiales y sencilla fabricación	Costo unitario inicial más alto, sin embargo, si se tiene en cuenta todo el contexto involucrado el precio puede volverse más bajo.
<b>Durabilidad</b>	Más grande que cualquier otro material, puede superar los 100 años.	Los límites de edad de la EPS no son conocidos, pero el material tiene una gran durabilidad.
<b>Ejecución complementaria de instalaciones</b>	Menos eficiente debido a la necesidad de reelaboración para llevar a cabo	Facilitado debido a que no hay necesidad de recortes de los muros
<b>Material desperdiciado</b>	Porque es un concepto totalmente artesanal, donde el proceso ejecutivo está totalmente orientado hacia una mano de obra casi siempre descalificada, a un enorme índice de desperdicio en este sistema.	Debido a su carácter modular, donde las piezas ya vienen preparadas según las necesidades dimensionales, es posible que hay una reducción de casi el 100% en desperdicio.
<b>Mercado</b>	Existe una mejor aceptación por parte de sus usuarios	Limitada por factores como el desconocimiento del material respecto a sus ventajas
<b>Adhesión al yeso</b>	Su capacidad de adhesión es muy superior debido a una mayor porosidad.	Existe dificultad en la unión de este material, debido a su altísima impermeabilidad.
<b>Limitación</b>	No hay limitaciones y puede ser comprobado en las más diversas cantidades	Hay una limitación de hasta 4 plantas. Ya que para obtener números mayores es necesario recurrir a estructuras auxiliares como vigas y pilares.
<b>Sustentabilidad</b>	Se utilizan grandes cantidades de escombros para su posterior vertido, consumiendo mucha agua y energía desde su fabricación hasta su ejecución	Poliestireno expandido 100% reciclable y reutilizable. Con su uso disminuye el consumo de agua y energía desde su fabricación hasta su ejecución y disminuye la generación de residuos a la naturaleza.

Nota: (Fernandez et al., 2019).

### 2.3.2. Agregados

Miscelánea de áridos, inertes o conglomerantes, fraccionados o en gránulos, que ocupan del 0.7 a 0.85 del peso de la mezcla de concreto (Olarte, 2017).

#### 2.3.2.1. Tipos de agregados

*Agregado grueso.* Retenido en la malla 4.75 mm (N° 4), obtenido de la trituración de roca o grava, o mezcla de ambas (Rivva, 2016).

**Tabla 9**

#### *Granulometría de la Grava*

Tamiz (mm)	% que pasa según NTP 400.037
25 (1")	90-100
19 (3/4")	40-85
12.50 (1/2")	10-40
9.51 (3/8")	0-15
4.75 (#4)	0-5
2.36 (#8)	0-0
1.18 (#16)	0-0
0.6 (#30)	0-0

*Agregado fino.* Árido que pase la malla de 4.75 mm (N° 4), proveniente de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias (Rivva, 2016).

**Tabla 10**

#### *Granulometría de la Arena*

Tamiz (mm)	% que pasa según norma E.070 (MVCS, 2006)	% que pasa según NTP 400.037
9.51 (3/8")	100	100
4.75 (#4)	100	95-100
2.36 (#8)	95-100	80-100
1.18 (#16)	70-100	50-85
0.6 (#30)	40-75	25-60
0.30 (#50)	10.-35	10-30
0.15 8#100)	2.-15	2-10
0.075 (# 200)	Menos de 2	<2

### 2.3.2.2. Propiedades de los agregados

- *Humedad*. Agua que posee el agregado natural (Landeo, 2019).
- *Granulometría*. Composición de tamaños de granos del agregado (Abanto, 2009).
- *Módulo de finura*. Índice de finura del árido, entre mayor sea el MF más grueso será el árido (Landeo, 2019)
- *Tamaño máximo*. Tamiz por el que, pasa todo el agregado (Belito y Paucar, 2018).
- *Tamaño máximo nominal*. Malla mínima por la que, pasa como mínimo el 95% del agregado (Belito y Paucar, 2018).
- *Absorción*. Cantidad de agua que requiere para pasar del estado seco, al estado saturado superficialmente seco (Rivva, 2016).
- *Peso específico*. Analogía de la masa de un volumen unitario del agregado, y la masa del mismo volumen de agua (Belito y Paucar, 2018).
- *Peso específico de masa*. Relación de la masa en el aire del volumen unitario del agregado (incluyendo sus poros permeables e impermeables), y la masa en el aire del volumen igual de agua (Belito y Paucar, 2018).
- *Peso específico aparente*. Relación de la masa en el aire del volumen unitario del agregado, y el igual volumen de agua (Belito y Paucar, 2018).
- *Peso específico saturado superficialmente seco*. Relación de la masa en el aire del volumen unitario del agregado (incluye sus poros y el agua dentro de estos), y la masa en el aire del volumen igual de agua (Belito y Paucar, 2018).
- *Peso unitario suelto (PUS)*. Peso volumétrico suelto del agregado (Landeo, 2019).
- *Peso unitario compactado (PUC)*. Peso volumétrico compactado o varillado del agregado (Landeo, 2019).
- *Abrasión*. Resistencia al desgaste por esfuerzos de abrasión en la grava.

### 2.3.3. Concreto

Compuesto resistente a compresión, aunque débil a tracción, que se forma por la unión de conglomerantes y aglomerados, que forman, una pasta trabajable en estado fresco, y resistente como una roca, cuando endurece (Mejía, 2021).

#### 2.3.3.1. Componentes de la mezcla

Mezcla de cemento portland, agregados, aire, agua y aditivos (opcional), en proporciones adecuadas para alcanzar las propiedades de diseño (Abanto, 2019).

$$\text{Concreto} = \text{cemento} + \text{agregados} + \text{aire} + \text{agua} \quad (3)$$

*Cemento portland.* Conglomerante hidráulico con la peculiaridad de endurecerse en contacto con el agua (Belito y Paucar, 2018).

*Agregados.* Materiales pétreos inertes, que pueden clasificarse en fino o grueso por sus dimensiones (Belito y Paucar, 2018).

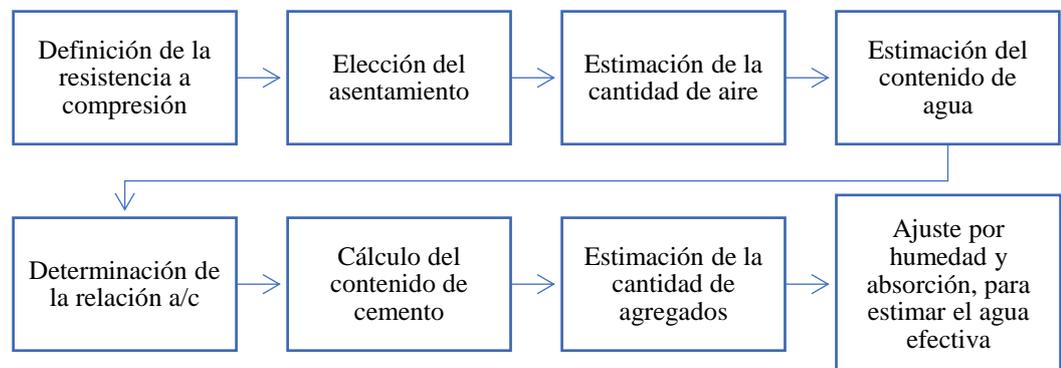
*Agua.* Componente fundamental en la producción de concreto, tanto para el mezclado como para el curado (Belito y Paucar, 2018).

#### 2.3.3.2. Diseño de mezclas

Estimación de la dosificación adecuada para cumplir con el  $f'c$  de diseño, utilizando el método ACI 211.1 (Vásquez, 2019).

**Figura 4**

*Proceso del Diseño de Mezclas*



Nota: Adaptado de (Vásquez, 2019).

#### 2.3.3.3. Propiedades del concreto en estado fresco

*Peso unitario.* Es la relación entre el peso total del concreto en un determinado volumen, para mezclas con TMN de agregado grueso de 1", se mide en recipientes de capacidad de 0.2 pie<sup>3</sup>, de acuerdo a la NTP 339.046 (Ayuque, 2019).

*Trabajabilidad.* Durante estas operaciones, el hormigón fresco es fácil de mezclar, colocar, compactar y terminar sin segregación ni filtraciones (Abanto, 2019). La trabajabilidad está relacionada con el contenido de cemento, con las características del agregado, con la cantidad de agua-aire, con la presencia de aditivos y con las condiciones ambientales (Rivva, 2016).

*Consistencia.* Capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos (Abanto, 2009). El asentamiento, es la medida de la consistencia del concreto (Ayuque, 2019).

*Tiempo de fraguado.* Es el lapso requerido por una pasta fresca de cemento: agua, de cierta consistencia, para pasar de un grado arbitrario de rigidez a otro determinado por un ensayo específico (Belito y Paucar, 2018).

*Aire atrapado.* Es la cuantía de aire propia de la mezcla después de su compactación (Belito y Paucar, 2018).

#### 2.3.3.4. Propiedades del concreto en estado endurecido

*Resistencia a la compresión ( $f'c$ ).* Desempeño que tiene el concreto, para resistir cargas por compresión, debe ser alcanzada a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado (Abanto, 2009).

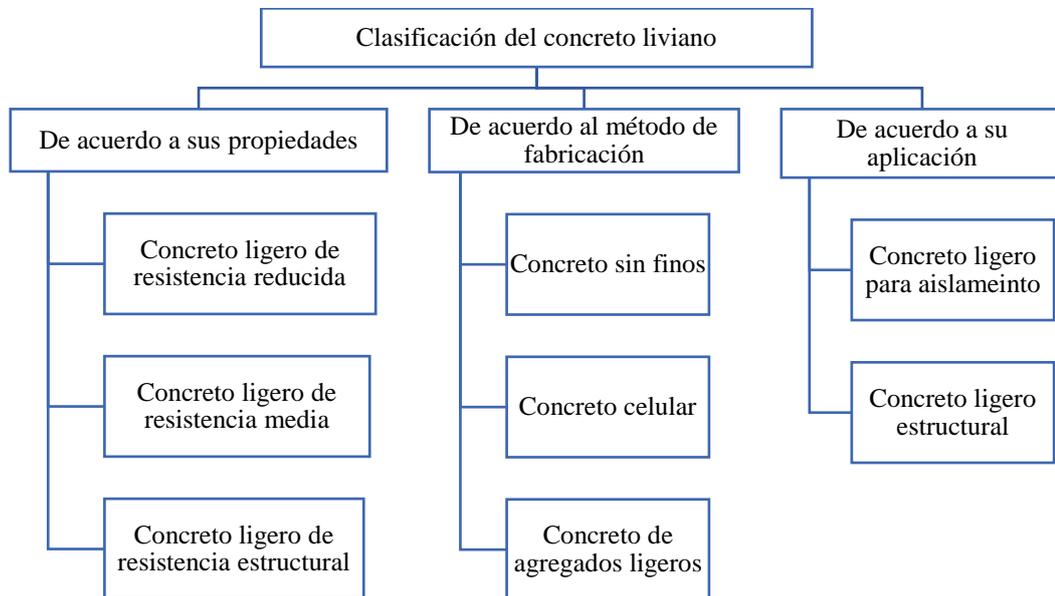
*Módulo de Elasticidad.* La relación de tensión a deformación medida en el punto donde una línea recta se desvía y se convierte en una curva. El hormigón no es un material perfectamente elástico y la relación esfuerzo-deformación con el aumento de la carga generalmente sigue una curva (Rivva, 2016).

### 2.3.4. Concreto ligero

El concreto ligero o liviano, es aquel que su peso volumétrico o densidad es menor al concreto convencional, que tiene 2400 kg/m<sup>3</sup> (Amasifuén, 2018). Oshiro y Tello (2020) sugieren que, el concreto ligero tiene densidad máxima promedio de 1900 kg/m<sup>3</sup>, mientras que, Amasifuén (2018) menciona que, la densidad del concreto ligero puede oscilar de 300 a 1850 kg/m<sup>3</sup>, según su clasificación.

**Figura 5**

*Clasificación del Concreto Liviano*



Nota: Adaptado de (Amasifuén, 2018).

De acorde al ACI 213R-14 se cataloga al concreto ligero según su densidad:

*Concreto de baja densidad (300 a 1000 kg/m<sup>3</sup>):* La resistencia de este concreto es menor a 7 MPa por lo que, se usa para partes no portantes.

*Concreto de densidad media (1000 a 1600 kg/m<sup>3</sup>):* Producto cementoso que puede ser usado como un material de soporte de carga. La resistencia mínima de este tipo de concreto es de alrededor de 17 MPa.

*Concreto de alta densidad (1600 a 2200 kg/m<sup>3</sup>):* Su uso es estructural, es decir se usa para elementos de soporte de cargas.

### **2.3.5. Prefabricados de concreto**

Los prefabricados de concreto, son aquellos elementos que se construyen previamente con dimensiones y características específicas, para luego ser trasladados a obra. El diseño de cualquier elemento prefabricado de hormigón se basa en lograr la correcta integración estructural y arquitectónica del elemento, ya que debe ocupar un lugar específico en la estructura y cumplir su función dentro de ella, conectado por juntas adecuadas (Carreño, 2015). Los elementos prefabricados son hechos en moldes laterales de fácil retiro que se apoyan sobre superficies especiales para evitar cualquier problema (Quintero y Guerrero, 2020). Los prefabricados desde el punto de vista de su habilitación a obra, se dividen en: (Huapalla y Fonseca, 2020)

- Prefabricados pesados (> 2 tn)
- Prefabricados semipesados (300 kg a 2 tn)
- Prefabricados livianos (< 300 kg)

El uso de elementos prefabricados en el mundo, ha ido acrecentándose, con el objetivo de aumentar la productividad, y disminuir los tiempos en la construcción (Huapalla y Fonseca, 2020). En el mercado peruano, la manufactura de prefabricados no es intensa, debido a que, no existe una norma exclusiva para ello, pero, no ha sido obstáculo para que entidades como UNICON o PREANSA hayan realizados proyectos exitosos en el país; siendo así, algunos de los prefabricados disponibles en el mercado son: viguetas prefabricadas, prelosas, muros o placas, y paneles (Montenegro et al., 2021). Los paneles de concreto son prefabricados livianos, que no presentan mayor dificultad en su traslado, pero que pueden aligerar más su peso al usar agregados livianos.

### 2.3.6. Unidad de albañilería

Se denominada unidad de albañilería, al ladrillo o bloque, de arcilla o concreto, que para su manipulación requiere de una o las dos manos, respectivamente (MVCS, 2006).

**Tabla 11**

*Clasificación de las Unidades de Albañilería*

Clase ladrillo	Variación dimensional (%)			Alabeo (máx. en mm)	Resistencia a compresión f'b mín en kg/cm <sup>2</sup>
	<100mm	<150mm	>150mm		
I	± 8	± 6	± 4	10	50
II	± 7	± 6	± 4	8	70
III	± 5	± 4	± 3	6	95
IV	± 4	± 3	± 2	4	130
V	± 3	± 2	± 1	2	180
Bloque P(t)	± 4	± 3	± 2	4	50
Bloque NP (2)	± 7	± 6	± 4	8	20

Nota: (1) portante, (2) no portante (MVCS, 2006).

**Tabla 12**

*Resistencias de la Albañilería*

Materia prima	Apelativo	Unidad f' b (kg/cm <sup>2</sup> )	Pilas f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	Muretes V'm (kg/cm <sup>2</sup> )
Arcilla	Artesanal	55	35	5.1
	Industrial	145	65	8.1
	Rejilla	215	85	9.2
	Normal	160	110	9.7
Sílice-Cal	Dédalo	145	95	9.7
	Estándar y mecano	145	110	9.2
Concreto	Bloque Tipo P	50	74	8.6
		65	85	9.2
		75	95	9.7
		85	120	10.9

Nota: (E.070, MVCS, 2006).

### 2.3.7. Paneles de concreto tipo LEGO

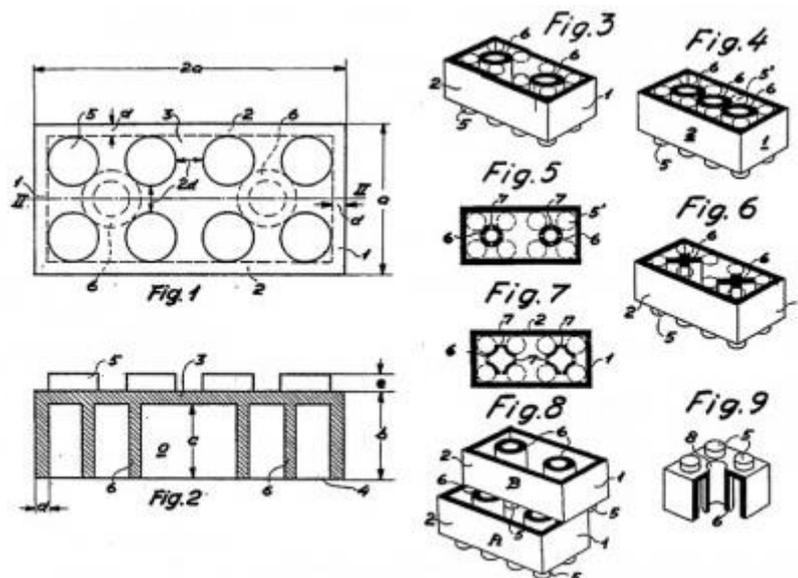
#### 2.3.7.1. Panel liviano de concreto

Los paneles de concreto son elementos prefabricados de mayor dimensión a la de los bloques o ladrillos, pero con características similares. Montenegro et al., (2021) argumenta que, son materiales que tienen mayor desempeño pese a su menor espesor. Los paneles livianos, tienen poliestireno expandido, como uno de sus componentes, y se usan en sistemas constructivos no convencionales, donde se busca reducir las cargas, mantener la capacidad estructural y disminuir el tiempo del proceso de asentado de muros (Mendoza y Rodriguez, 2021), no obstante, se pueden lograr mejores beneficios al usar panel de unión tipo LEGO.

#### 2.3.7.2. Panel de unión tipo Lego

El panel LEGO es un producto de concreto prefabricado, cuya característica principal es su capacidad para adherirse gracias a su diseño rectangular que en su base superior sobresalen unos cilindros y en su base inferior una superficie hueca, lo cual al unirla con otra hacen a la vez de hembra y macho, lo cual, los diseñadores lo llamaron enlace automático (Caivinagua, 2018).

**Figura 6** Características del Bloque Tipo Lego



Nota: (Borja, 2021).

### 2.3.7.3. Características del diseño del panel tipo LEGO

Caivinagua (2018), destaca las siguientes peculiaridades:

*Sistema constructivo modular.* Opera con sistemas de ensamble de bloques.

- *Facilidad para su transporte y almacenamiento.* Son livianos, se pueden trasladar sin dificultades a largas distancias.
- *Proceso industrial, ágil, tecnología limpia y sin pérdidas.* Su edificación puede realizarse rápidamente, en un menor tiempo, y con muros cara vista.
- *Propiedades termos acústicas.* Por el material y composición química de los bloques se convierten en aislantes del frío y calor, manteniendo una temperatura media constante al interior de la construcción. Convirtiéndose también en una barrera natural contra ruidos, agua y viento.
- *Sismo resistencia.* Debido a su diseño, flexibilidad, y por no precisar pegamento en la unión de sus partes, los productos obtienen características sismo resistentes.

### 2.3.7.4. Proceso de ensamble con paneles tipo LEGO

Dos de las cualidades que definen al panel tipo LEGO, son el desempeño de ensamble y el material del que está hecho. Su ensamble, es un diseño increíblemente sencillo, basado en el sistema hembra – macho, con ranura de 5 cm x 4 cm y el otro con borde de las mismas dimensiones que, la ranura. Mientras que, la forma de los paneles permite a los trabajadores que no son de la construcción y que no tienen experiencia en la construcción ensamblar la casa con solo unas tres horas de capacitación; a diferencia de los métodos de edificación tradicionales, los ladrillos no requieren materiales adicionales para pegarlos entre sí, no obstante, para mayor seguridad se puede usar morteros adhesivos (Caivinagua, 2018).

### 2.3.7.5. Mortero adhesivo

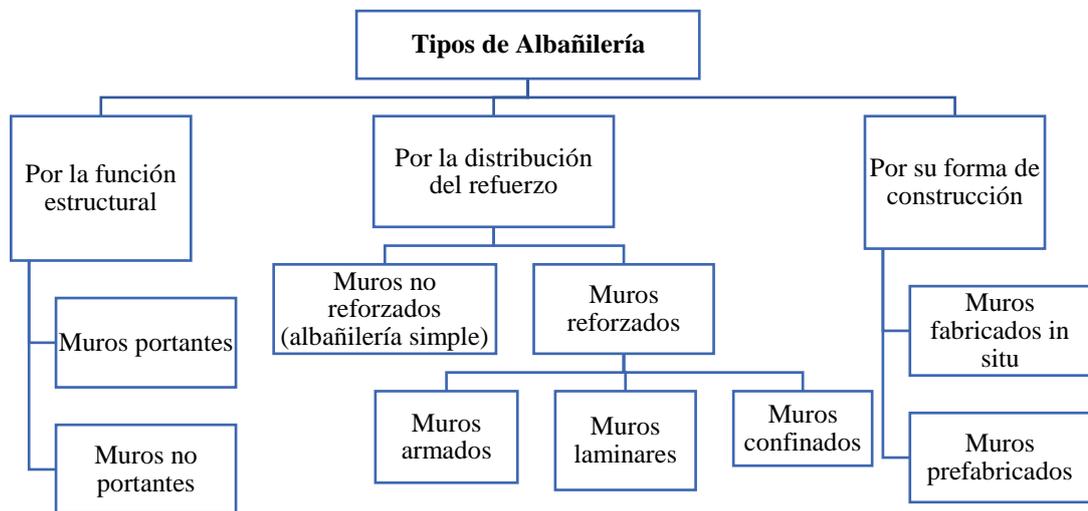
Es una mezcla de cemento, arena fina gradada y agua que condesciende hidratar adecuadamente el cemento, está diseñado para adherir bien con una capa delgada, regularmente con un espesor no mayor de 3/16” (TCNA, 2022). En el estudio se ha utilizado Sikadur®-32 Gel, que es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas y libre de solventes (ver ficha técnica en anexos).

### 2.3.8. Albañilería

La albañilería es el arte de construir muros con ladrillos, piedra, cal, arena, yeso, cemento u otros, para Sánchez (2010) existen tres tipos de sistemas de albañilería: simple, armada y reforzada, mientras que, Escalante y Gonzales (2020) citan a San Bartolomé (1994), quién argumenta que, la albañilería se clasifica de dos formas según, su función estructural y según la distribución del refuerzo.

**Figura 7**

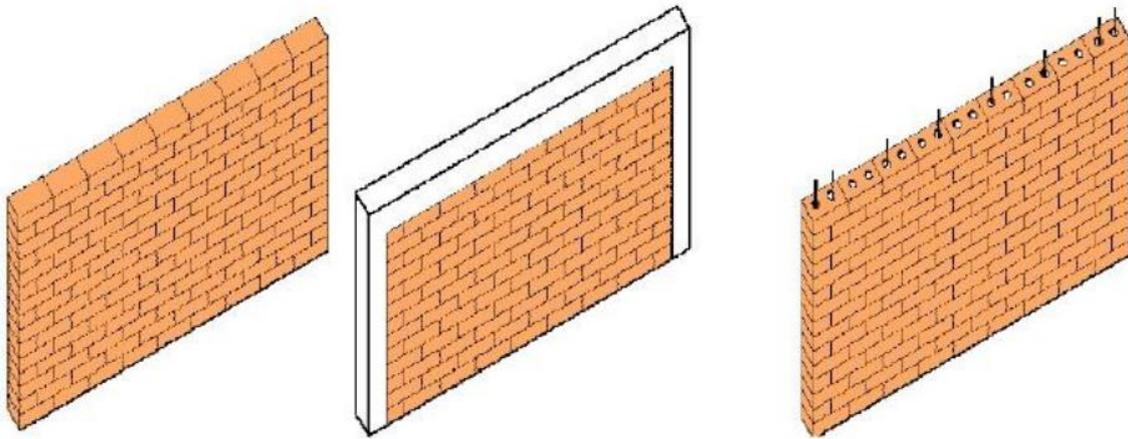
*Tipos de Albañilería*



Nota: Adaptado de (Escalante y Gonzales, 2020).

## Figura 8

### Albañilería



Albañilería simple

Albañilería confinada

Albañilería armada

Nota: (Briones et al., 2013).

#### 2.3.8.1. Muros de tabiquería

Es el elemento construido generalmente con el asentamiento de ladrillo sobre ladrillo siendo unido por medio de mortero de pega. Representa la clasificación de la albañilería por su función estructural: (Escalante y Gonzales, 2020)

*Muros portantes.* Muro diseñado y construido para transferir cargas horizontales y verticales de un nivel superior a inferior (MVCS, 2006).

*Muros no portantes.* Diseñados y construidos para llevar su peso y cargas transversales a su plano (MVCS, 2006).

#### 2.3.8.2. Resistencia al corte diagonal en muretes

Los muretes son primas formados por la unión de unidades de albañilería con mortero, a una altura mínima de 60 cm. Los muretes, se ensayan a una edad de 14 a 28 días, para evaluar la resistencia a compresión diagonal ( $V'm$ ), módulo de corte ( $G'm$ ), tipo de falla y calidad de la materia prima (Escalante y Gonzales, 2020).

## 2.4. Hipótesis

H1: El uso de poliestireno tipo perla incide en disminuir la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y al corte diagonal de muretes utilizados como muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, según Norma E070.

## 2.5. Operacionalización de variables

### 2.5.1. *Variable independiente: POLIESTIRENO TIPO PERLA*

Es un derivado del petróleo, al igual que todos los plásticos, para su fabricación se inyecta de aire al poliestireno, por lo que, es un material más liviano y barato (Delgado, 2018), por su forma (redonda) y baja densidad, puede utilizarse como agregado liviano, para la producción de concreto, no obstante, deben conocerse sus características técnicas, mismas que, se detallan en la ficha técnica del producto.

### 2.5.2. *Variable dependiente: CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO*

Son aquellas propiedades que debe cumplir: el concreto, hecho con cemento, agua, agregados locales, con un diseño base, para una firmeza a compresión de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , pero que es modificado con 0%, 15%, 20% y 25% EPS, para ser ensayado a los 7, 14 y 28 días de curado, en muestras cilíndricas; y los paneles de concreto de dimensiones 50 x 50 x 10 cm, cuya propiedad esencial es la firmeza al corte diagonal en muretes.

**Tabla 13**

*Matriz de Operacionalización*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	Ítem
VI Poliestireno tipo perla	Material fabricado a partir del estireno, cuya producción se da en forma de perlas, su densidad es baja, y puede utilizarse como agregado liviano.	Características técnicas del poliestireno	Es la descripción de la ficha técnica del poliestireno	Densidad	Kg/m3
				Tamaño	mm
VD Características estructurales de paneles de concreto f'c= 175 kg/cm2 para muros de tabiquería pre fabricada con unión LEGO	Son aquellas propiedades que debe cumplir el concreto f'c 175 kg/cm2 con añadidura de perlas de poliestireno, y las propiedades que debe cumplir los paneles de concreto para muros según la norma E.070.	Propiedades físicas del agregado fino	Son las características del árido que sirven para plantear el diseño de mezclas base	Humedad	%
				MF	%
				Peso específico	g/cm3
				Absorción	%
				PUS	Kg/m3
		Propiedades físico mecánicas del agregado grueso	Son las características del agregado grueso que sirven para plantear el diseño de mezclas base	PUC	Kg/m3
				Humedad	%
				TMN	Pulg
				Peso específico	g/cm3
				Absorción	%
		Diseño de mezclas f'c= 175 kg/cm2	Es la proporción de materiales que se da para alcanzar una resistencia específica, según el ACI	PUS	Kg/m3
				PUC	Kg/m3
				Abrasión	%
				Cemento	%
				Arena	%
Concreto f'c 175 kg/cm2	Son las características del concreto fresco y endurecido	Grava	%		
		Agua	%		
Paneles de concreto para muros	Son elementos pre fabricados que se usan para la edificación de muros	Poliestireno	%		
		Slump	Pulg.		
Costo de paneles de concreto	Es el valor económico de la manufactura de paneles	Corte en muretes	Kg/cm2		
		Mano de obra	S/.		
		Materiales	S/.		
				Equipos y/o herramientas	S/.

## CAPÍTULO III.

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, se han seguido procesos ordenados, según las normas técnicas peruanas (NTP), para determinar la influencia del porcentaje de poliestireno en las características estructurales de los paneles de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, con unión tipo LEGO, por lo tanto, se han obtenido resultados numéricos de compresión axial del concreto y corte diagonal de muretes de albañilería.

**Tabla 14**

*Tipo de Investigación*

<b>Criterio</b>	<b>Tipo de investigación</b>	<b>Descripción</b>
Finalidad	Aplicada	Usa conocimientos existentes para generar nuevos conocimientos.
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa	Sigue procesos ordenados para determinar valores numéricos.
Objetivos	Descriptiva, correlacional	Se mide la influencia del porcentaje de poliestireno en la firmeza del concreto.
Fuente de datos	Primaria	Los resultados se obtienen a partir de ensayos de laboratorio.
Control de diseño de la prueba	No experimental	No se afecta las variables, estas solo tienen una relación de causa efecto.
Temporalidad	Transversal	Se realiza en un tiempo específico.
Contexto donde sucede	Laboratorio	Los ensayos a agregados, concreto y paneles se han realizado en el laboratorio.

El tipo de estudio es aplicado, se ha realizado un diseño base  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, con cemento portland, agua y agregados locales, para luego ser modificado con la adición de poliestireno, para ser usado en la producción de paneles de concreto con unión tipo LEGO.

El nivel de investigación es descriptivo – correlacional, no solo se describen los resultados, sino se busca medir la relación entre poliestireno y la firmeza del concreto en la elaboración de paneles.

### 3.2. Diseño de investigación

El diseño es correlacional, se tiene la analogía causa – efecto, donde la causa es la añadidura de EPS al 0%, 15%, 20% y 25% del volumen, en el concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> para la elaboración de paneles pre fabricados de unión tipo LEGO, influyendo en sus características estructurales.

$$M \leftarrow X \quad \begin{matrix} Y1 \\ (r) \\ Y2 \end{matrix} \quad (4)$$

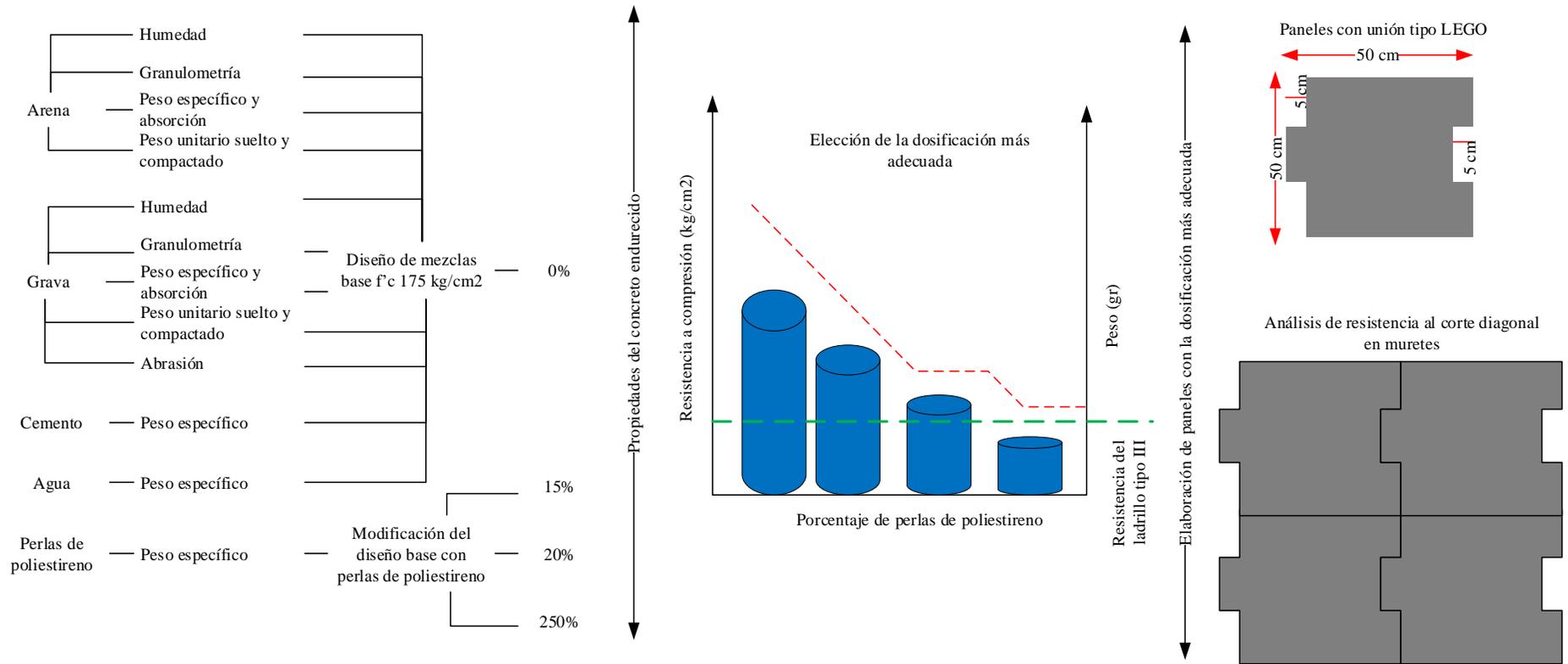
En la ecuación 4, M es la muestra, X es el tratamiento, perlas de poliestireno al 0%, 15%, 20% y 25% del volumen del concreto, Y1 son las propiedades mecánicas (resistencia a compresión) del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, Y2 son las propiedades mecánicas (resistencia al corte diagonal) de los paneles pre fabricado de unión tipo LEGO, para muros de albañilería, “r” la relación entre variables.

### 3.3. Métodos de investigación

El método que, se ha aplicado en el estudio parte del enfoque CUANTITATIVO, haciendo uso del método hipotético deductivo, donde se tiene la hipótesis de que el uso de perlas de poliestireno modificará las características estructurales de los paneles de concreto, para deducir si esta afirmación es cierta, en el estudio se han realizado pruebas de resistencia a compresión al concreto, y pruebas de resistencia al corte diagonal en muretes.

**Figura 9**

*Esquema de Diseño de Investigación: Correlacional*



### 3.4. Población, muestra y muestreo

#### 3.4.1. Población

Concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, hecho con cemento portland tipo I, agua potable, agregado fino (AF), agregado grueso (AG), y perlas de poliestireno (EPS) al 0%, 15%, 20% y 25% del volumen del concreto; para la producción de paneles prefabricados de unión tipo LEGO, de dimensiones de 50 x 50 x 10 cm de largo, ancho y espesor.

#### 3.4.2. Muestra

36 probetas cilíndricas de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con AF de la cantera Conchán, AG de la cantera Cuyumalca, y perlas de EPS al 0%, 15%, 20% y 25% del volumen del concreto, curado 7, 14 y 28 días, para ser ensayo a compresión axial. Así mismo, con la dosificación adecuada de perlas de poliestireno se elaboraron 12 paneles de dimensiones 50 x 50 x 10 cm de largo, ancho y espesor, con unión tipo LEGO, para ensayar tres muretes según la NTP 339.613 (INACAL, 2017).

**Tabla 15**

*Especímenes para Ensayos Mecánicos en Concreto*

Porcentaje de adición de perlas de poliestireno (%)	Tiempo de curado en días			Total
	7	14	28	
0	3	3	3	9
15	3	3	3	9
20	3	3	3	9
25	3	3	3	9
Total	12	12	12	36

**Tabla 16**

*Especímenes para Pruebas Mecánicas en Paneles*

Perlas de poliestireno	N° de muretes	N° de paneles por murete	Paneles, total
% más adecuado	3	4	12

### 3.4.3. Muestreo

Se ha realizado el muestreo probabilístico DOE factorial de 4 x 3, en el programa Minitab 19, para determinar el número de probetas cilíndricas de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con disímiles proporciones de adición de perlas EPS a diferentes tiempos de curado. Siendo así los dos factores fueron: (a) porcentaje de EPS con cuatro niveles (0%, 15%, 20% y 25% del volumen del concreto), y (b) tiempo de curado de las probetas con tres niveles (7, 14 y 28 días), con tres repeticiones o réplicas, dando un total de 36 especímenes de ensayo.

**Tabla 17**

*Resumen Muestreo Probabilístico DOE Factorial*

Bloques	1	
Factores	1	2
	EPS	Tiempo de curado de probetas cilíndricas
Niveles	4 0%, 15%, 20% y 25%	3 7, 14 y 28 días
Corridas base	12	
Repeticiones	3	
Total	36	

## 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.5.1. Técnicas de recolección de datos

**Observación.** Técnica fundamental, que permite la obtención de datos de la realidad, por la percepción intencional y selectiva de un objeto. En el caso del estudio, ha permitido la visualización de la extracción y obtención de las materias primas, para el diseño de mezclas de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, y la realización de ensayos de laboratorio.

**Ensayos de laboratorio.** Representa la observación experimental, donde el investigador realiza las pruebas respectivas en agregados, concreto y paneles.

- Ensayos en agregados: granulometría, humedad, peso específico, absorción, PUS, PUC, abrasión.
- Diseño de mezclas  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>
- Ensayos en concreto: resistencia a compresión axial.
- Ensayos en paneles: resistencia al corte diagonal en muretes.

**Comparación técnica – económica.** Cotejo de lo determinado en el análisis mecánico del concreto, y del costo de manufactura de los paneles.

### 3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

**Cuaderno de laboratorio.** Medio donde se registra lo observado, en cada proceso de ejecución de la investigación.

**Formatos de laboratorio.** Medio donde se presentan los resultados del diseño de mezclas  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y los ensayos de laboratorio a los agregados, concreto y paneles de concreto con unión tipo LEGO.

**Matriz de comparación.** Elemento en el que se resumen los datos alcanzados para su cotejo según porcentaje EPS.

**Tabla 18**

*Fuentes, Técnicas e Instrumentos*

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
VI Poliestireno tipo perla	In situ	Observación	Cuaderno de laboratorio
VD Características estructurales de paneles de concreto $f'c= 175$ kg/cm <sup>2</sup> para muros de tabiquería pre fabricada con unión LEGO	Informe de laboratorio	Ensayos de laboratorio  Comparación técnica – económica	Formatos de ensayos de laboratorio  Matriz de comparación

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

#### 3.6.1. Proceso de obtención de los datos

##### 3.6.1.1. Extracción de agregados locales

Se ha traído AF de la cantera Conchán en el distrito de Conchán, Chota, en las coordenadas UTM WGS84 17S 760 444.70 m E, 9 287 994.35 m S, a 2323 msnm, a aproximadamente 1.29 km de la ciudad de Conchán, por la carretera Conchán – Tacabamba (ruta CA-105) y a 26.10 km de Chota; al ser una cantera en extracción, solo se ha tomado el material del perfil del talud.

#### Figura 10

Cantera de Agregado Fino Conchán, Conchán



Nota: (Google earth, 2022).

El AG se ha extraído de la cantera El Suro – Cuyumalca, en las coordenadas UTM WGS84 17S 765 158.00 m E, 9 271 375.00 m S, a 2380 msnm en la comunidad de Cuyumalca, provincia de Chota, a aproximadamente 10 km de la ciudad de Chota, por la carretera Chota – Cuyumalca,; en esta cantera se vende grava triturada de diferentes tamaños máximos nominales (1/2”, 3/4”, 1” y 1

½”), pero al ser su uso para paneles de 0.10 m de espesor, se ha solicitado grava de TMN 1” (25.40 mm).

### **Figura 11**

*Ubicación de la Cantera de Agregado Grueso El Suro, Cuyumalca*



Nota: (Google earth, 2022).

#### 3.6.1.2. Compra de perlas EPS

Se han adquirido perlas EPS esféricas, color blanco, granulometría de 3 a 7 mm, con densidad aparente de 10 kg/m<sup>3</sup>, en presentación de bolsa de 10 kg. Las características específicas están descritas en la ficha técnica (Anexo D).

#### 3.6.1.3. Ensayos físico mecánicos en agregados

##### a) NTP 339.185 Humedad (INACAL, 2021a)

Se pesa el agregado fino o grueso natural, luego se pone al horno, y se vuelve a pesar el agregado seco.

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100 \quad (5)$$

Donde, Ph es el peso húmedo de la muestra en su estado natural, y Ps es el peso seco de la muestra.

b) NTP 400.012 Análisis granulométrico (INACAL, 2021b)

Se pesa el agregado fino, se pasa por lavado, se separa el pasante en la malla N° 200 (cazoleta), se seca, y se pasa por los tamices 3/8", #4, #8, #16, # 30, # 50 y # 100, se agita por al menos un minuto a velocidad constante, luego se pesan los porcentajes retenidos en cada tamiz. Para el AG, se pasa el agregado por las mallas 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, # 30, # 50 y # 100, se agita por al menos un minuto a velocidad constante, luego se pesan los porcentajes retenidos en cada tamiz.

$$\% \text{ que pasa} = \frac{\text{Peso que pasa}}{P_t} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{Peso retenido acumulado} = P_t - \text{Peso que pasa} \quad (7)$$

$$\% \text{Ret. acumulado} = \frac{\text{Peso retenido acumulado}}{P_t} \times 100 \quad (8)$$

Donde,  $P_t$  es el peso total del agregado, para determinar el porcentaje retenido acumulado (%Ret.acumulado).

$$MF = \frac{\sum_{\#100}^{3"} \% \text{ Ret.acumulado}}{100} \quad (9)$$

En la ecuación 9, el MF del agregado fino es la sumatoria de los % acumuladores retenidos en el tamiz 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", #4, #8, # 16, #30, # 50 y # 100.

$$MF = \frac{\sum \% \text{Ret.acumulado tamices (1,3/4",1/2",3/8",N°)+500}}{100} \quad (10)$$

En la ecuación 10, se muestra el módulo de finura del agregado grueso.

$$TMN = \text{Abertura del tamiz con el 1er \% Ret.} \quad (11)$$

Ecuación 11, el tamaño máximo nominal (TMN).

c) NTP 400.022 Peso específico y absorción agregado fino (INACAL, 2021c)

Se selecciona el árido, se sumerge en agua y se deja secar. Para verificar el estado saturado superficialmente seco (SSS), se llena el cono de Abrams, con un mazo y se dan 25 golpes por cada capa (2 capas), luego se retira el cono, si

mantiene su forma está en el estado SSS. Después se pesan 500 g, en un matraz, al que se le vierte agua, se pesa, se vacía el matraz en un recipiente que se lleva al horno por 1 día a 110 °C, para finalmente pesar la muestra.

$$Pem = \frac{A}{D+B-C} \quad (12)$$

$$Pea\ SSS = \frac{B}{D+B-C} \quad (13)$$

$$Pea = \frac{A}{D+A-C} \quad (14)$$

$$Absorción = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (15)$$

Donde, Pem es el peso específico de masa, Pea SSS es el peso específico saturado superficialmente seco, Pea es el peso específico aparente del árido, A es el peso del árido seco, B es el peso del árido saturado con superficie seca, y C es el peso del frasco con agua, y el árido SSS, D es el peso del frasco con agua.

d) NTP 400.021 Peso específico y absorción agregado grueso (INACAL, 2021d)

Se zaranda por el tamiz N° 4, el retenido se usa para el ensayo, para grava triturada de TMN 1”, se pesan 4 kg de muestra, luego se lava para eliminar el polvo, se introduce al horno a 110 °C por 1 día, se saca del horno, se deja secar por 1 a 3 h, y se deja la grava en agua por 1 día, después se coloca la grava en una toalla absorbente, hasta eliminar el agua superficial visible; una vez seca la muestra se pesa, obteniendo el peso saturado superficialmente seco (SSS); se coloca la grava en la canastilla, y se determina su peso sumergido en agua, se coloca al horno a 110 °C por 1 día, y finalmente se saca del horno, se deja enfriar y se pesa.

$$Pem = \frac{A}{A-C} \quad (16)$$

$$Pea\ SSS = \frac{B}{B-C} \quad (17)$$

$$Pea = \frac{A}{B-C} \quad (18)$$

$$Absorción = \frac{B-A}{A} \times 100 \quad (19)$$

En la fórmula, Pem es la gravedad específica de la masa, Pea SSS es la gravedad específica seca de la superficie saturada, Pea es la gravedad específica aparente de la grava, A es el peso del aire de la muestra seca, B es el peso del aire de la muestra saturada en el superficie de la muestra seca, y C es el peso de la muestra saturada sumergida en agua peso.

e) NTP 400.017 Peso unitario suelto y compactado (INACAL, 2020a)

Para el PUS, se coloca el agregado en un recipiente, se seca por 1 día al horno, se coloca el agregado en el molde, se pesa y se establece el volumen del recipiente y la muestra.

$$PUS = \frac{\text{Peso del agregado suelto}}{\text{Volumen del molde}} \quad (20)$$

Para el peso unitario compactado, se seca por 1 día al horno, se pone el agregado en el molde, compactando en capas con una varilla, se pesa y se determina el volumen del recipiente y de la muestra.

$$PUC = \frac{\text{Peso del agregado compactado}}{\text{Volumen del molde}} \quad (21)$$

f) NTP 400.019 Abrasión en AG (INACAL, 2020b)

De acuerdo al TM de la grava, se elige el número de esferas y el peso de la muestra, luego se coloca la grava en la máquina de los ángeles y se gira a 500 revoluciones, después se descarga el agregado, se tamiza por la malla # 12; se lava, se coloca al horno por 1 día a 110 °c, y se pesa. La abrasión en la diferencia en porcentaje del peso original y final.

$$Pérdida máxima = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (22)$$

### 3.6.1.4. Diseño de mezclas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Para realizar el diseño de mezclas del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , según el método ACI 211.1 (Muciño y Santa, 2017), se han tomado en cuentas las propiedades físico mecánicas del AF de Conchán y AG de Cuyumalca. Los pasos que se han seguido son:

- a. Cálculo de  $f'cr$  (resistencia promedio requerida)

$$f'c + 70 = f'cr \rightarrow f'c < 210 \text{ kg/cm}^2 \quad (23)$$

Donde,  $f'c$  es  $175 \text{ kg/cm}^2$ , por tanto,  $f'cr$  es  $245 \text{ kg/cm}^2$ .

- b. Selección del revenimiento: en el caso del estudio 3" a 4"  
c. Selección del TMN del agregado: 1"  
d. Selección del contenido de aire: 1.50%  
e. Selección de la cantidad de agua de mezclado:  $193 \text{ lt/m}^3$   
f. Determinar la relación agua/cemento: 0.63 a/c

$$\begin{array}{r} 250 \quad - - - \quad 0.62 \\ 245 \quad - - - \quad x \\ 200 \quad - - - \quad 0.70 \end{array} \quad (24)$$

$$\frac{200-245}{0.70-x} = \frac{200-250}{0.70-0.62} \quad (25)$$

$$x = R a/c = 0.628 \quad (26)$$

- g. Contenido de cemento: 306 kg, donde el factor C es 7.19 bls.

$$\frac{\text{Cantidad de agua}}{c} = R a/c \quad (27)$$

$$\frac{193 \text{ lt/m}^3}{c} = 0.63 \quad (28)$$

$$\text{Factor } C = \frac{c}{42.5} \quad (29)$$

$$\text{Factor } C = \frac{306}{42.5} \quad (30)$$

- h. Estimación del contenido de grava:  $930 \text{ kg/m}^3$

$$\text{Peso } AG = \frac{b}{bo} \times PUC \quad (31)$$

i. Volumen absoluto

$$\text{Cemento} = \frac{C}{\text{Densidad}} = 0.097 \text{ m}^3 \quad (32)$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Contenido de agua}}{\text{Densidad}} = 0.193 \text{ m}^3 \quad (33)$$

$$\text{Aire} = 0.015 \text{ m}^3 \quad (34)$$

$$\text{AG} = \frac{\text{Peso AG}}{\text{Densidad}} = 0.363 \text{ m}^3 \quad (35)$$

$$\text{AF} = 1 - (\text{Cemento} + \text{agua} + \text{aire} + \text{AG}) = 0.331 \text{ m}^3 \quad (36)$$

j. Estimación del contenido de arena: 813 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Peso AF} = \text{Volumen AF} \times \text{Densidad} = 813 \text{ kg/m}^3 \quad (37)$$

### Tabla 19

Valores de Diseño en Seco

Cemento kg/m <sup>3</sup>	Agua lt/m <sup>3</sup>	AF seco kg/m <sup>3</sup>	AG seco kg/m <sup>3</sup>
306	193	813	930

k. Ajustes por humedad: AF húmedo 837 kg/m<sup>3</sup> y AG húmedo 935 kg/m<sup>3</sup>.

$$\text{Peso agregado} \times (\text{Humedad} + 1) \quad (38)$$

l. Aporte de agua a la mezcla: 10.80 Lt/m<sup>3</sup>

$$(\text{Humedad} - \text{Absorción}) \times \text{Peso AF} = \text{Aporte de agua AF} \quad (39)$$

$$(\text{Humedad} - \text{Absorción}) \times \text{Peso AG} = \text{Aporte de agua AG} \quad (40)$$

$$\text{Aporte de agua} = \text{Aporte de agua AF} + \text{Aporte de agua AG} \quad (41)$$

m. Agua efectiva: 182 Lt/m<sup>3</sup>

$$\text{Volumen de agua en lts} - \text{Aporte de agua} \quad (42)$$

n. Proporciones del diseño

### Tabla 20

Pesos Corregidos por Humedad por m<sup>3</sup>

Cemento kg/m <sup>3</sup>	Agua lt/m <sup>3</sup>	AF seco kg/m <sup>3</sup>	AG seco kg/m <sup>3</sup>
306	182	837	935

### 3.6.1.5. Preparación y curado de especímenes

Se prepara la mezcla de concreto del diseño de mezcla  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  haciendo uso de la mezcladora, con cemento Portland Tipo I Pacasmayo, agua potable, y agregados locales (AF Conchán y grava de la cantera Cuyumalca), adicionándole 0%, 15%, 20% y 25% EPS de densidad  $10 \text{ kg/m}^3$ , respecto al volumen del concreto, con la relación a/c 0.63, porcentaje de vacíos de 1.50%, y sin aditivos. La mezcla se ensaya a asentamiento para verificar que cumpla con la propuesta del diseño de 3" a 4".

Se coloca la mezcla en el molde en tres capas de igual altura, compactando con 25 golpes utilizando la varilla de 3/8", en cada capa se golpea al molde con un martillo de goma para sacar el aire de la mezcla, se usa una plancha para enrasar y dar uniformidad, se deja 1 día, y luego se desmolda y se coloca a curar según la NTP 339.033 (INACAL, 2021e), por 7, 14 y 28 días.

#### **Figura 12**

##### *Producción de Probetas*



### 3.6.1.6. Ensayos en concreto

#### a) NTP 339.035 Asentamiento del concreto (INACAL, 2022)

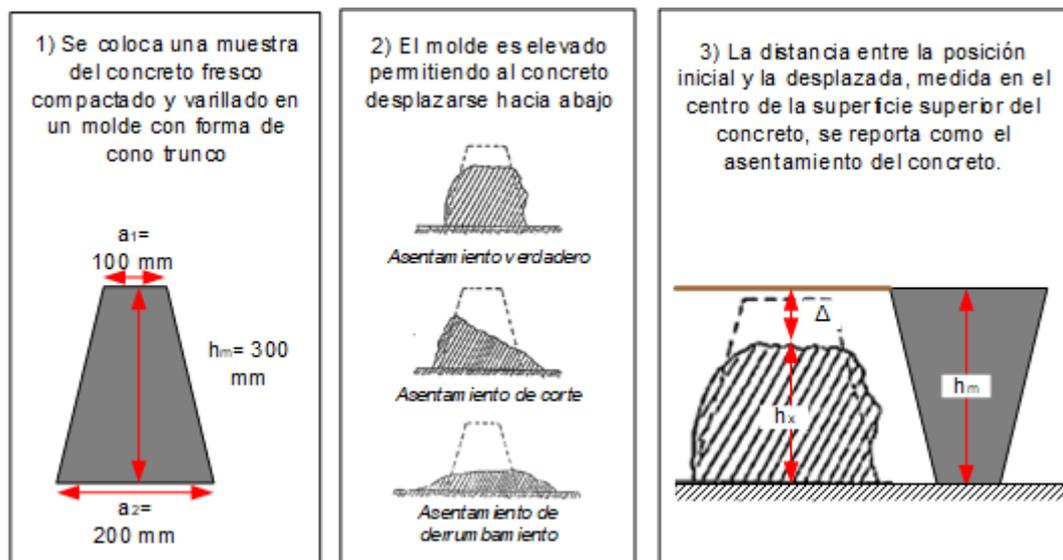
Se llena el cono de Abrams en tres capas, compactando con 25 golpes usando la varilla metálica, después se saca el molde, se voltea a su costado, y se mide la diferencia de altura entre ambos con un flexómetro.

$$\Delta = h_m - h_x \quad (43)$$

En la ecuación 3,  $\Delta$  asentamiento,  $h_m$  altura del molde,  $h_x$  altura de la mezcla de concreto al retirar el molde.

**Figura 13**

*Asentamiento del Concreto*



Nota: (Mejía, 2021)

#### b) NTP 339.034 Resistencia a compresión (INACAL, 2021f)

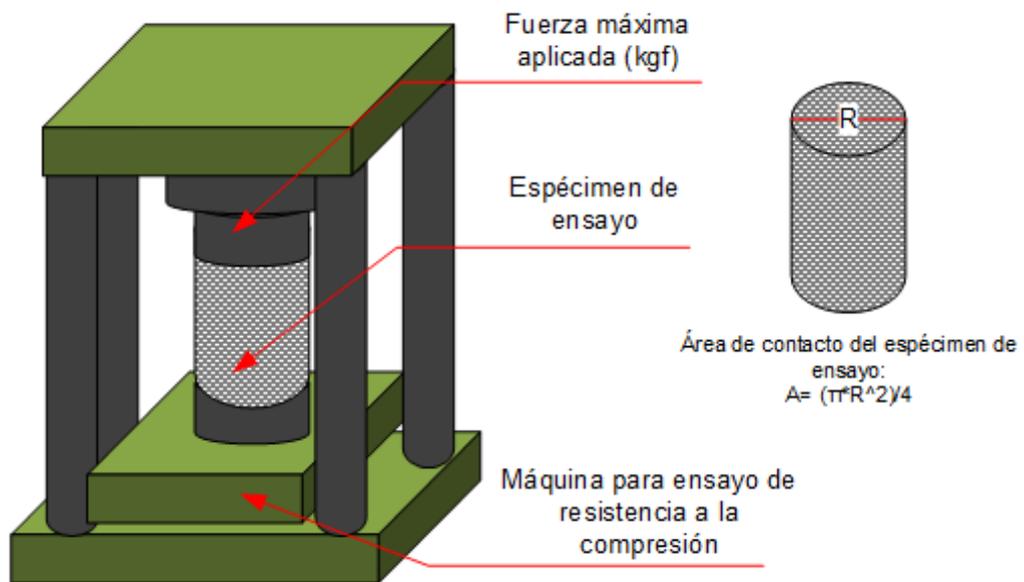
Se pesan las probetas, se miden en diámetro y largo, luego se colocan al equipo de rotura, y se someten a cargas hasta su rotura, registrando la máxima carga alcanzada.

$$A = \frac{\pi \times \phi^2}{4} \quad (44)$$

$$f'c = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área de probetas}} \quad (45)$$

**Figura 14**

*Prueba a Compresión del Concreto*



Nota: (Mejía, 2021)

**Figura 15**

*Probeta de Concreto con EPS Sometida a Compresión*

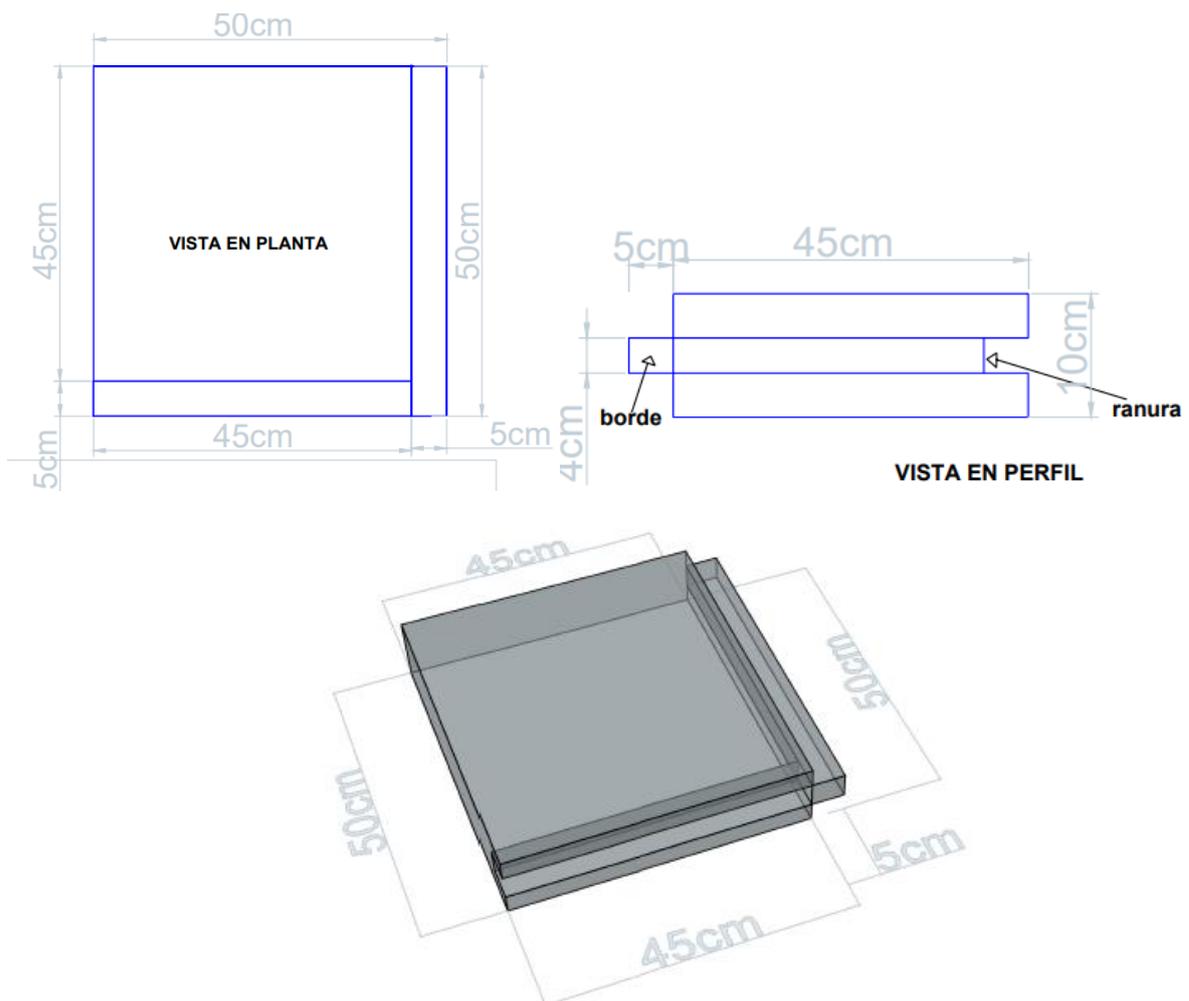


### 3.6.1.7. Dimensiones del panel de concreto con unión tipo LEGO

La dimensión de los paneles se ha considerado de acuerdo al sistema constructivo Block Hebel denominado practimuro donde refiere dimensiones: estándar de 61 cm, ancho 40 cm y espesor de 10 cm, 12.5 cm o 15 cm (Xella, 2017). En base a estas dimensiones se han elaborado paneles de 50x 50x 10 cm adicionando perlas de poliestireno, con unión LEGO, por la que, los paneles tienen formas geométricas que permiten que se ensamblen unos con otros; uno es con ranura (5 cm x 4 cm) y el otro con borde de las mismas dimensiones que, la ranura.

**Figura 16**

*Modelo de Borde y Ranura del Panel*



### 3.6.1.8. Proceso de producción de paneles con unión tipo LEGO

Para fabricar los paneles de concreto adicionando perlas EPS se ha utilizado el diseño de mezclas de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , modificado con la adición más adecuada de perlas de poliestireno, siguiendo el procedimiento:

- i. Según el diseño, se pasa a medir todos los materiales por tanda, incluido las perlas EPS en la dosificación más adecuada.
- ii. Primero mezcle una parte del agua de la mezcla, luego agregue la arena, la grava y el cemento, luego las perlas de poliestireno y finalmente la cuantía restante de agua, todo en unos 60 s.
- iii. Se mezcla el concreto hasta conseguir una consistencia homogénea sin grumos, esto debe hacerse en un tiempo aproximado de 90 s, si luego de esto no se logra la consistencia deseada, extender el tiempo 30 s más.
- iv. Se vacía la mezcla en los moldes metálicos. Se deja secar por 1 día, luego se desmolda, y se coloca a curar en agua por 28 días, antes de ser utilizados en la producción de muretes.

#### **Figura 17**

*Fabricación de Paneles de Concreto con Unión Tipo LEGO*



### 3.6.1.9. Ensayos en paneles de concreto con unión tipo LEGO

NTP 399.613 Resistencia al corte diagonal en muretes (INACAL, 2018)

Los paneles tienen unión tipo LEGO, es decir se ensamblan uno al otro, no obstante, para mayor seguridad, en la unión se ha utilizado el adhesivo Sikadur®-32 Gel, para armar los tres muretes, utilizando para ello 4 paneles, siendo así, se han utilizado 12 paneles de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con cemento portland tipo I, árido de Conchán, grava, y 25% de perlas de poliestireno (dosificación adecuada). Los muretes se han cubierto hasta los 28 días, que se ensayaron a resistencia al corte diagonal.

#### **Figura 18**

*Colocación del adhesivo*



**Figura 19**

*Ensayo de Corte Diagonal*



### **3.6.2. *Procesamiento de datos***

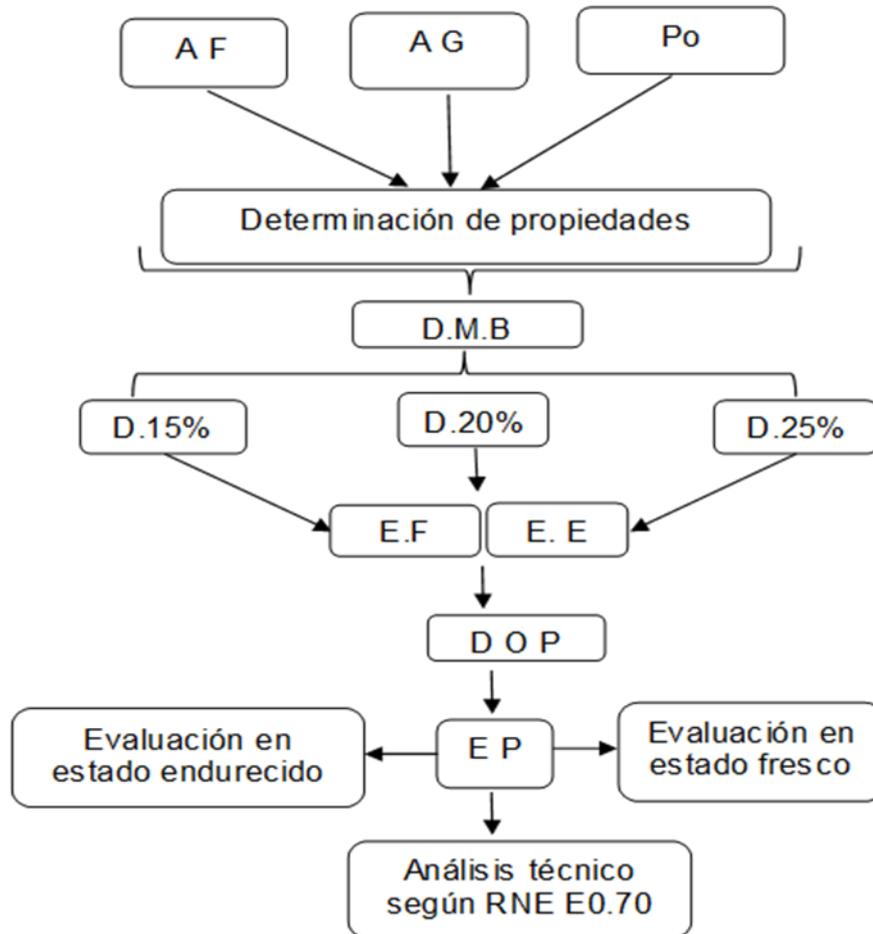
Se ha usado el software Microsoft Excel 2018 para la exposición de tablas y gráficos resumen de los resultados de laboratorio, así mismo, se ha utilizado el programa AutoCAD 2018 para elaborar el modelo de borde y ranura del panel de concreto con unión tipo LEGO.

### 3.6.3. Análisis de datos

Para el análisis de datos se ha utilizado el programa Minitab 19, para aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) o la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), además de determinar la regresión de los datos y el coeficiente de Pearson, para verificar el efecto del adietamiento de perlas de poliestireno en las características estructurales del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, utilizado para la producción de paneles de unión LEGO.

**Figura 20**

*Secuencia del Proceso de Obtención de Datos*



Donde: A F: Agregado fino, A G: Agregado grueso, Po: Perlas de poliestireno, D.M.B: Diseño de concreto base, D.15%, D.20%, D.25%: Diseño con adietamiento de EPS del volumen total 15%, 20% y 25%; E.F: Evaluación en estado fresco; E.E: Evaluación en estado endurecido; D O P: Diseño de mezcla con el porcentaje adecuado de EPS; E P: Evaluación de paneles.

### **3.7. Aspectos éticos**

La práctica científica y el uso del conocimiento generado por la ciencia exigen una conducta ética por parte de los investigadores. Gonzáles (2002), presenta los siguientes requisitos éticos, que se adaptan al estudio:

- Valor social o científico. La investigación es ética, por que presenta importancia social, científica y técnica. Socialmente la información obtenida puede ser aplicada por la población chotana, para el uso de paneles de concreto con poliestireno con unión tipo lego, para su aplicación en la construcción de muros prefabricados; científicamente se ha obtenido información pertinente sobre un material más sustentable, y nuevo uso al poliestireno, material tan polémico y prohibido por su uso en envases, por lo que, a la vez técnicamente tiene como aporte que se puede utilizar en la edificación.
- Validez científica. En el estudio se han seguido las normas técnicas peruanas para garantizar su validez científica.
- Evaluación independiente. No hay conflicto de haberes en el desarrollo de la investigación.

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción de resultados

##### 4.1.1. Caracterizar los agregados para concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ .

###### 4.1.1.1. Propiedades de los agregados

Se han determinado las propiedades físicas de la arena de la cantera Conchán, y las propiedades físico – mecánicas de la grava de la cantera Cuyumalca, agregados locales que se han utilizado para la preparación del concreto base  $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$ . La arena tiene 2.93% de humedad, 1.4% de absorción, su módulo de finura (MF) es 1.92, por tanto, de acuerdo a la norma E.070 (MVCS, 2006) cumple con el rango de 1.60 a 2.50 de arena para mortero, pero no cumple de 2.30 a 3.10 dado por la NTP 400.037, para árido utilizado en la producción de concreto, así mismo, se encuentra fuera de la curva de gradación de dicha norma técnica, sin embargo, la NTP 400.037, también especifica que se pueden utilizar áridos que no cumplan con las gradaciones cuando si se cumpla la resistencia requerida, tal como, se puede verificar en el estudio de Mejía (2021), que también utilizo el árido local de la cantera Conchán. El peso específico influye en la cantidad de material que se necesite para la producción de  $1 \text{ m}^3$  de concreto, por ello, su caracterización es esencial, el peso específico de masa saturado superficialmente seco ( $P_{e \text{ SSS}}$ ) de la arena es  $2.558 \text{ gr/cm}^3$ , el peso específico de masa ( $P_{em}$ ) es  $2.524 \text{ gr/cm}^3$ , y el peso específico aparente ( $P_{ea}$ ) es  $2.60 \text{ gr/cm}^3$ . El peso unitario suelto ( $P_{US}$ ) de la arena es  $1369.33 \text{ kg/m}^3$ , y el peso unitario compactado ( $P_{UC}$ ) es  $1603 \text{ kg/m}^3$ . La grava tiene bajos porcentajes de humedad y absorción siendo 0.605% y 0.695%, por tanto, tiene y retiene muy poca cantidad de agua al estar en contacto con esta; su tamaño máximo nominal (TMN) es 1", y al ser analizada a gradación

se verifica que cumple con la gradación de la NTP 400.037. El Pe SSS de la grava es 2.454 gr/cm<sup>3</sup>, el Pem es 2.437 gr/cm<sup>3</sup>, y el Pea es 2.480 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que, el PUS de la grava es 1437 kg/m<sup>3</sup>, y el PUC es 1601.33 kg/m<sup>3</sup>. La abrasión de la grava es 25%, por tanto, cumple con la NTP 400.037, de no superar el 50% del desgaste frente a cargas de abrasión en la máquina de los Ángeles.

Comparando el árido, y grava de la cantera Conchán y Cuyumalca, la arena presenta mayor humedad que, la grava es decir tiene mayor cuantía de agua en su matriz, así mismo, tiene mayor capacidad de absorción que la grava, es decir al estar en contacto con el agua va a retener mayor cantidad de dicho elemento natural. Los pesos específicos de la arena son mayores a los de la grava, esto se debe a que, el agregado grueso tiene gran porcentaje de confitillo siendo material fino, necesario para la producción de paneles, pero que, por su finura confiere menor densidad. Los pesos unitarios de la grava son más altos que los de la arena, es decir este material tiene mayor peso por unidad de volumen.

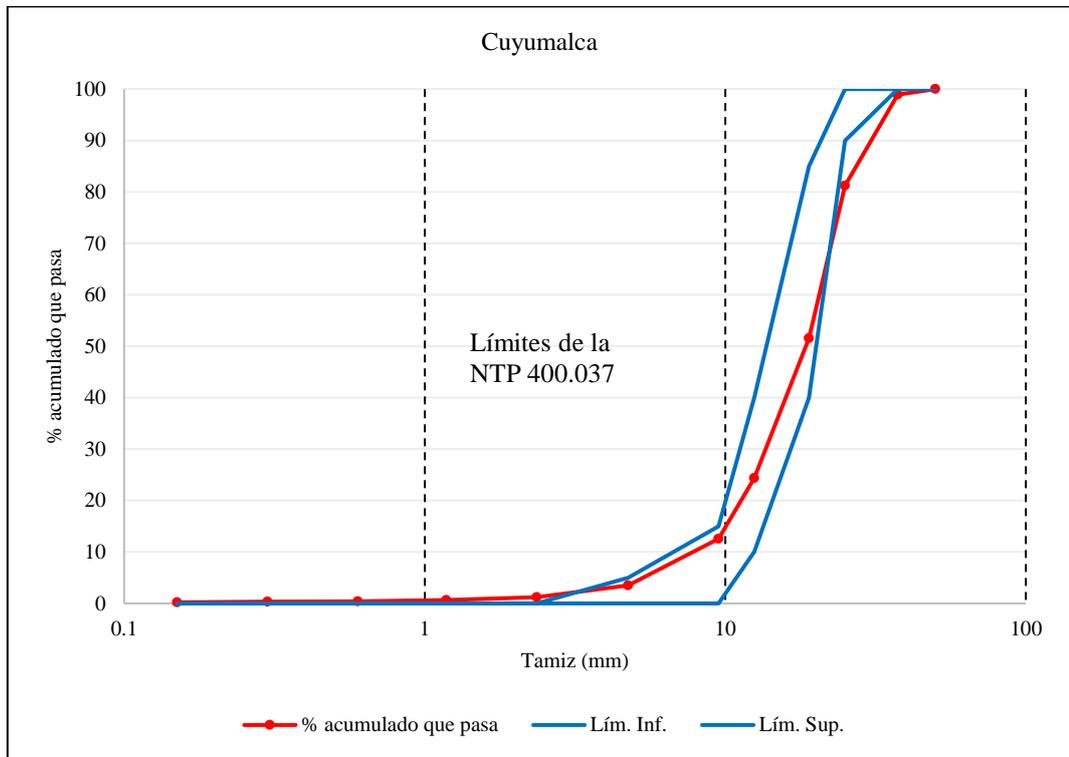
**Tabla 21**

*Características de los Agregados Locales*

<b>Características</b>	<b>Arena de Conchán</b>	<b>Grava de Cuyumalca</b>
Humedad (%)	2.93	0.605
MF	1.92	8.27
TMN		1"
Pem (gr/cm <sup>3</sup> )	2.524	2.437
Pe SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.558	2.4545
Pea (gr/cm <sup>3</sup> )	2.6	2.48
Absorción (%)	1.4	0.695
PUS (kg/m <sup>3</sup> )	1369.33	1437.00
PUC (kg/m <sup>3</sup> )	1603.00	1601.33
Abrasión (%)		25
Uniformidad		0.35

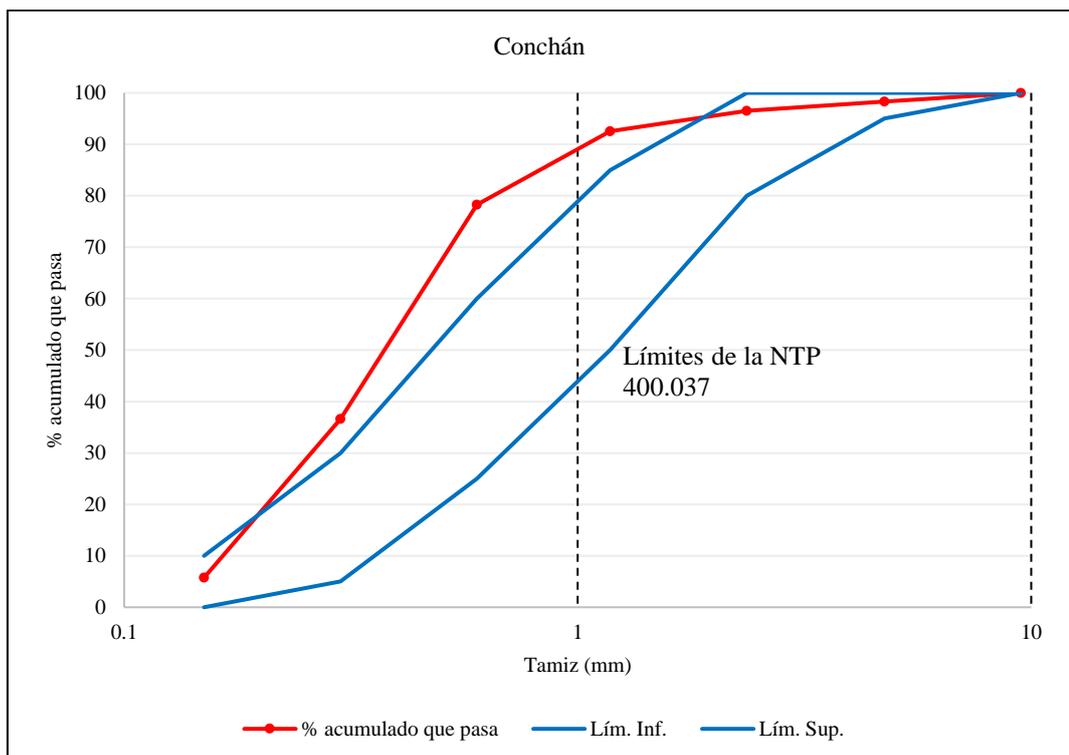
**Figura 21**

*Curva Granulométrica de la Grava de Cuyumalca*



**Figura 22**

*Curva Granulométrica de la Arena de Conchán*



#### 4.1.1.2. Dosificación para concreto $f'c$ 175 kg/cm<sup>2</sup>

Para dosificar el concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, se ha seguido el procedimiento del ACI 211.1, utilizando las características de los agregados locales, AF de la cantera Conchán, AG de la cantera Cuyumalca, agua y perlas de poliestireno, para una relación agua/cemento (a/c) de 0.63, factor cemento de 7.19 bolsas, asentamiento de 3" a 4", y contenido de aire de 1.50%, dando como dosificación base 0.097 m<sup>3</sup> de concreto, 0.341 m<sup>3</sup> de AF, 0.366 m<sup>3</sup> de AG, 0.182 m<sup>3</sup> de agua, y 0.015 m<sup>3</sup> de aire (Tabla 24), a este volumen 1 m<sup>3</sup>, se le ha adicionado perlas de poliestireno al 0%, 15%, 20% y 25% del volumen del concreto, por tanto, los nuevos volúmenes de concreto serían, 1 m<sup>3</sup>, 1.15 m<sup>3</sup>, 1.20 m<sup>3</sup> y 1.25 m<sup>3</sup> (Tabla 25), dichos volúmenes han sido corregidos por medio de la ecuación 46, para determinar la cuantía de materiales precisos para 1 m<sup>3</sup> de concreto en volumen (Tabla 26), pero luego se ha utilizado los pesos específicos de los materiales para presentar cada material en su unidad comercial, es decir, por ejemplo, el cemento en bolsas, el poliestireno en bolsas, los agregados en m<sup>3</sup>, el agua en litros (Tabla 27), no obstante, esas eran las cantidades para elaborar 1 m<sup>3</sup> de concreto, por lo que para determinar la cantidad de materiales para elaborar 1 panel, se ha determinado el volumen del mismo, siendo paneles de 0.5 x 0.5 x 0.10 m, su volumen es 0.025 m<sup>3</sup>, siendo así, con 1 m<sup>3</sup> de concreto se elaboran 40 paneles con unión tipo LEGO, por tanto, se han dividido los datos de la Tabla 27, entre 40 paneles, obteniendo así, la cuantía de materiales para hacer 1 solo panel de concreto adicionando perlas de poliestireno, con unión tipo LEGO (Tabla 28). Así mismo, en la Fig. 23, 24, 25, 26, 27 y 28, se muestran las proporciones de mezcla para 1 m<sup>3</sup> de concreto con 0%, 15%, 20% y 25% de perlas de poliestireno expandido.

**Tabla 22***Peso Específico de los Materiales para Elaborar Concreto*

Materiales	Cemento	AF	AG	Agua	Perlas de poliestireno
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	3150	2454	2558	1000	10

**Tabla 23***Parámetros del Diseño de Mezclas f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>*

Relación a/c	0.63
Factor cemento	7.19 bolsa
Asentamiento	3 a 4 pulg
Contenido de aire	1.5

**Tabla 24***Dosificación Base para Elaborar Concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>*

Dosificación	Cemento	AF	AG	Agua
Peso en kg/m <sup>3</sup>	306	837	935	182
En volumen m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.097	0.341	0.366	0.182
En peso pie cubico	1.0	2.74	3.06	0.6
En volumen pie cubico	1	2.86	3.35	25.3
Peso por tanda (kg/bolsa)	42.5	116.4	130.1	25.3

**Tabla 25***Dosificación con Perlas de Poliestireno para Elaborar Concreto*

Materiales	Dosificación de perlas de poliestireno			
	0%	15%	20%	25%
Cemento	0.097	0.097	0.097	0.097
AF	0.341	0.341	0.341	0.341
AG	0.366	0.366	0.366	0.366
Agua	0.182	0.182	0.182	0.182
Aire	0.015	0.015	0.015	0.015
Perlas de poliestireno	0.000	0.150	0.200	0.250
Total	1.00	1.15	1.20	1.25

**Tabla 26***Dosificación con Perlas de Poliestireno para 1 m3 de Concreto*

Materiales	Dosificación de perlas de poliestireno			
	0%	15%	20%	25%
Cemento	0.097	0.084	0.081	0.078
AF	0.341	0.297	0.284	0.273
AG	0.366	0.318	0.305	0.292
Agua	0.182	0.158	0.152	0.146
Aire	0.015	0.015	0.015	0.015
Perlas de poliestireno	0.000	0.131	0.167	0.200
Total	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tabla 27***Materiales para 1 m3 de Concreto con EPS*

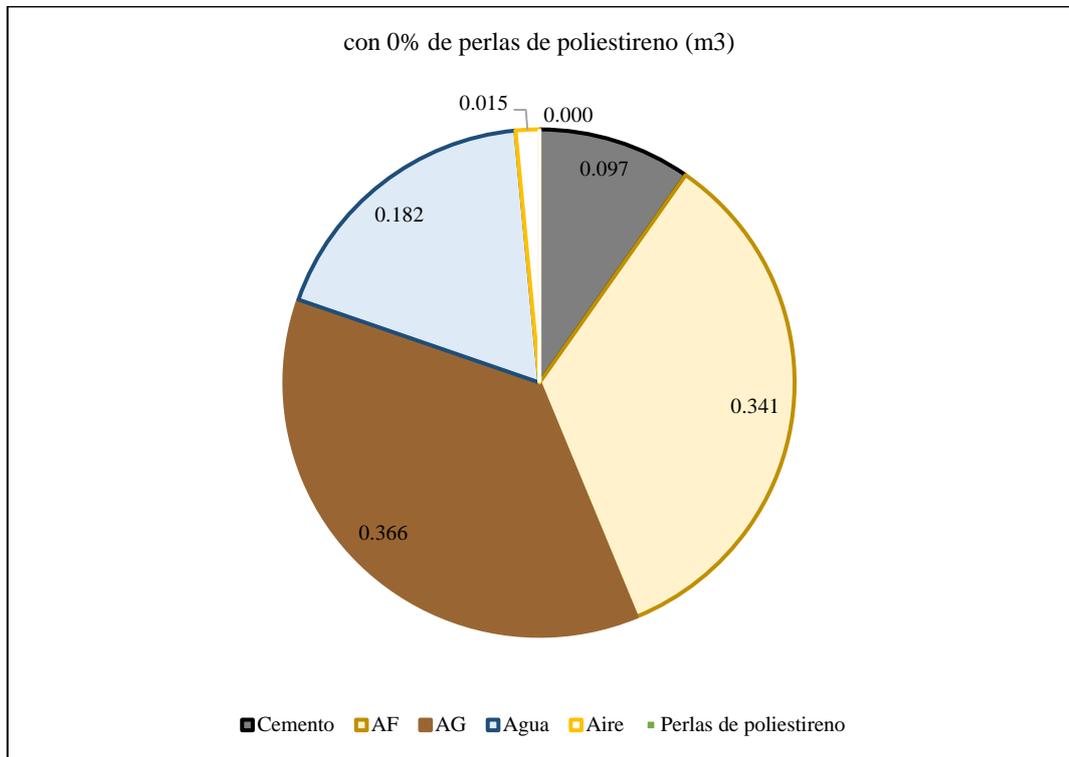
Materiales	Dosificación de perlas de poliestireno			
	0%	15%	20%	25%
Cemento (bls de 42.5 kg)	7.200	6.261	6.000	5.760
AF (m3)	0.341	0.297	0.284	0.273
AG (m3)	0.366	0.318	0.305	0.292
Agua (lts)	182.00	158.26	151.67	145.60
Perlas de poliestireno (Bls de 10 kg)	0.000	0.131	0.167	0.200

**Tabla 28***Materiales para 1 Panel de Concreto con Perlas de Poliestireno de 0.5 x 0.5 x 0.10 m*

Materiales	Dosificación de perlas de poliestireno			
	0%	15%	20%	25%
Cemento (bls de 42.5 kg)	0.180	0.157	0.150	0.144
AF (m3)	0.009	0.007	0.007	0.007
AG (m3)	0.009	0.008	0.008	0.007
Agua (lts)	4.550	3.957	3.792	3.640
Perlas de poliestireno (Bls de 10 kg)	0.000	0.003	0.004	0.005

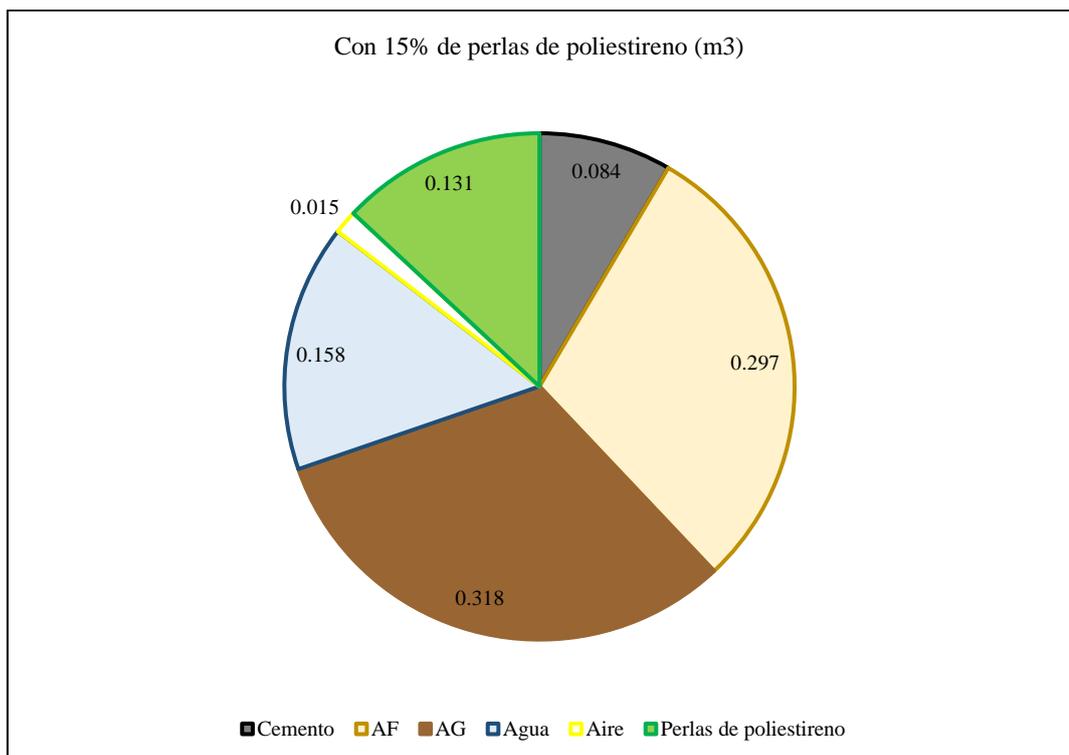
**Figura 23**

*Diseño de Mezclas para 1 m<sup>3</sup> de Concreto con 0% Perlas EPS*



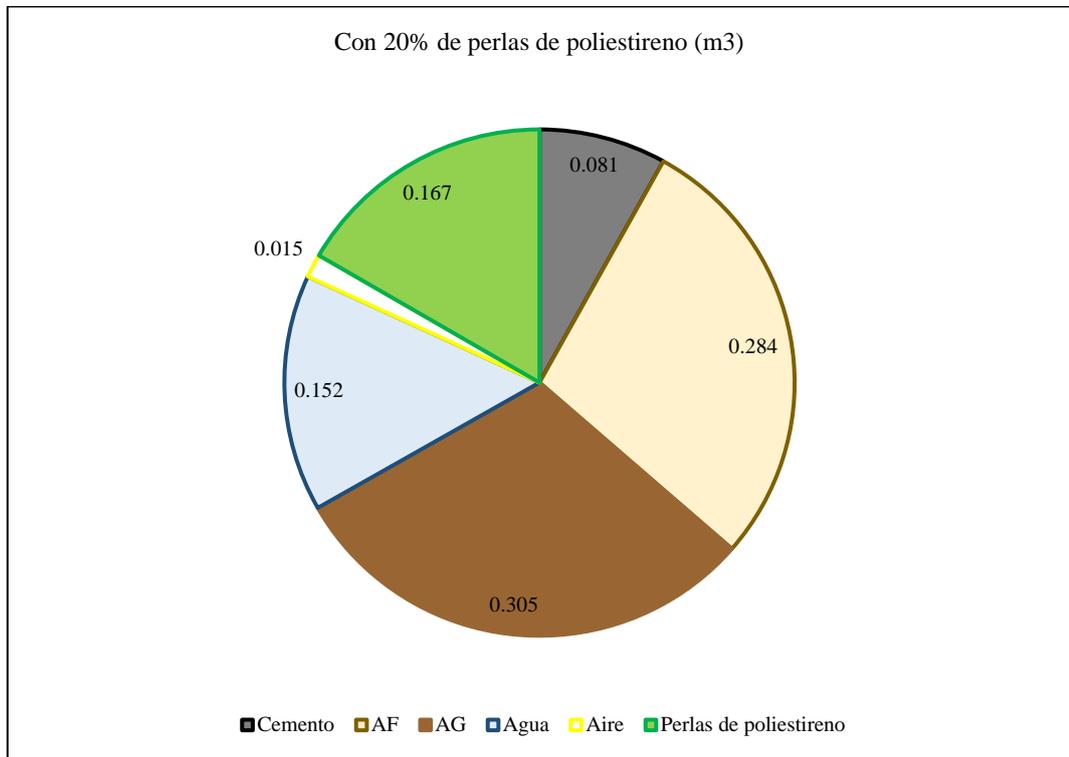
**Figura 24**

*Diseño de Mezclas para 1 m<sup>3</sup> de Concreto con 15% Perlas EPS*



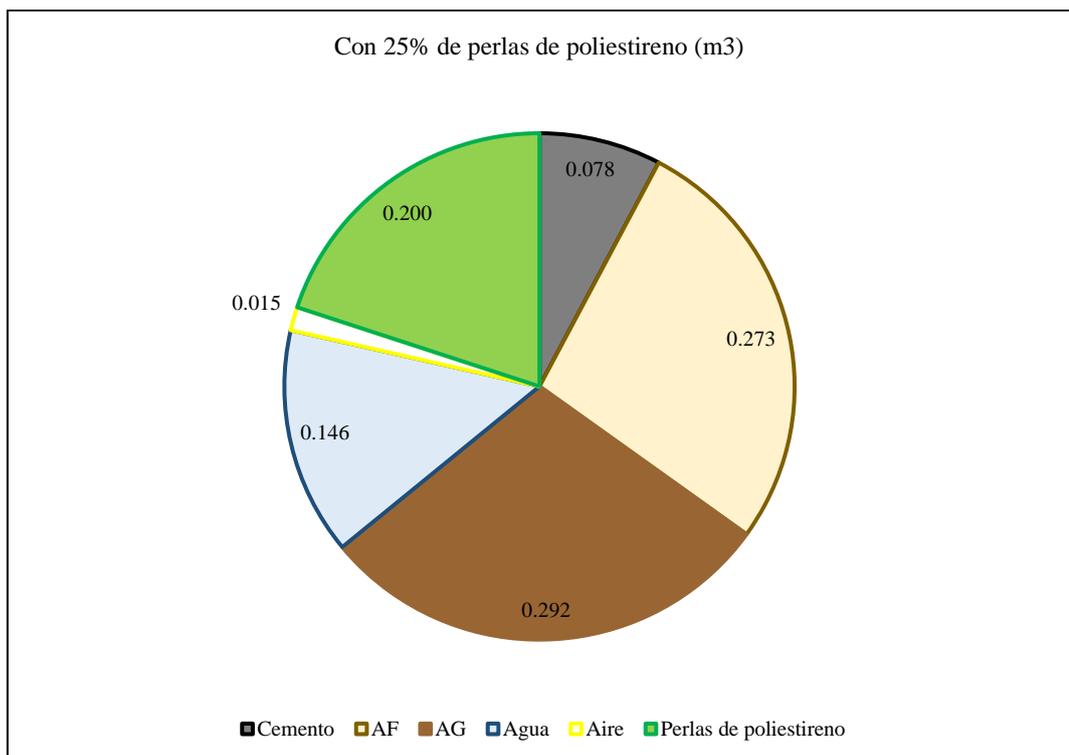
**Figura 25**

*Diseño de Mezclas para 1 m<sup>3</sup> de Concreto con 20% Perlas EPS*



**Figura 26**

*Diseño de Mezclas para 1 m<sup>3</sup> de Concreto con 25% Perlas EPS*



#### 4.1.2. Concreto con adición de EPS

##### 4.1.2.1. Concreto con 0% de perlas de EPS

Este concreto alcanza a los 7, 14 y 28 días, una resistencia a compresión equivalente a: 177, 199.7 y 243.3 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, superando en 1%, 14% y 39% la firmeza a la compresión de diseño ( $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>), lo que demuestra un buen comportamiento estructural de los paneles a la compresión.

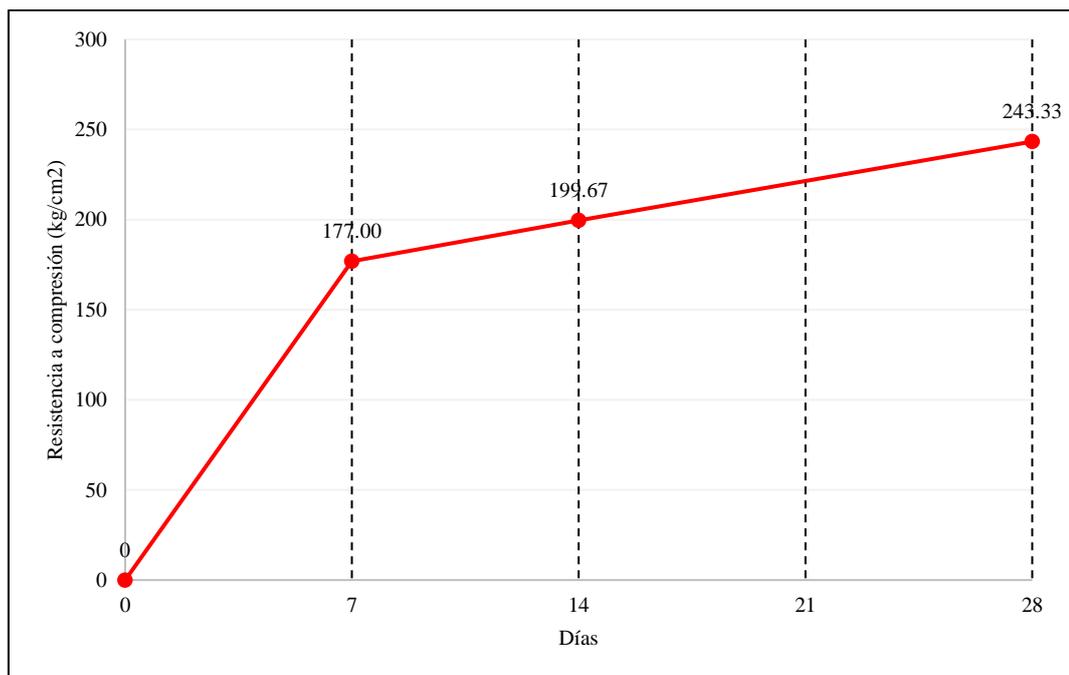
**Tabla 29**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 0% Perlas de EPS*

Probetas con 0% EPS	Resistencia a compresión según días de curado (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7	14	28
1	177	197	242
2	175	211	236
3	179	191	252
Promedio	177.00	199.67	243.33
DE	2.00	10.26	8.08

**Figura 27**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 0% EPS*



#### 4.1.2.2. Concreto con 15% de perlas de poliestireno

Este concreto alcanza a los 7, 14 y 28 días, una resistencia a la compresión de 103, 127 y 137 Kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, representando el 59%, 73% y 78% de la resistencia a la compresión, no superando el  $f'_c$  de diseño (175 kg/cm<sup>2</sup>); sin embargo, la resistencia sigue siendo superior a lo considerado en la Norma E 070 (MVCS, 2006, p. 3) para ladrillo Tipo IV (130 kg/cm<sup>2</sup>), lo que indica un buen comportamiento estructural a compresión.

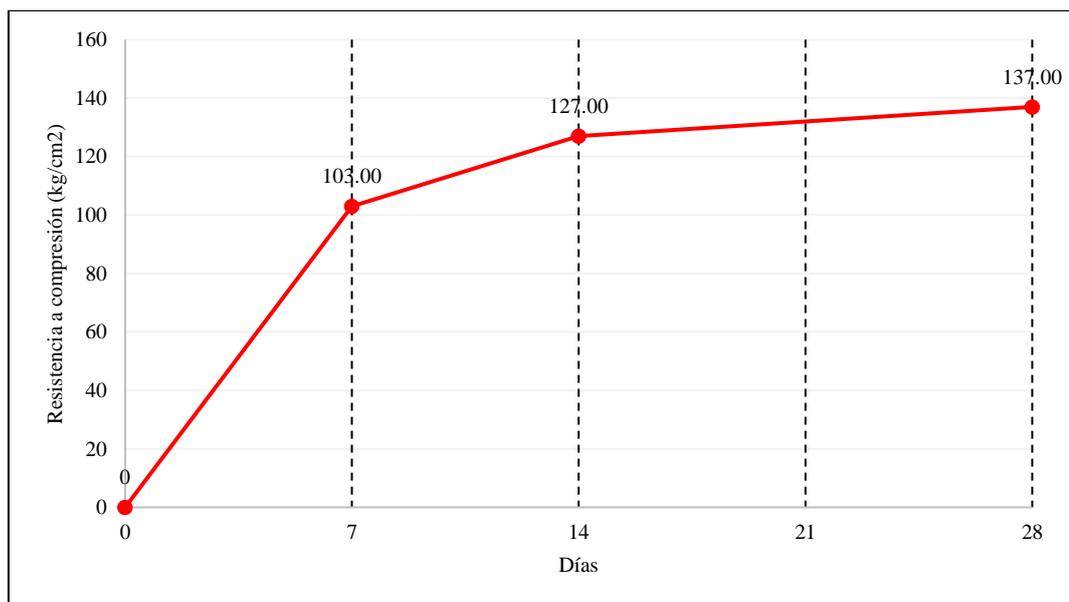
**Tabla 30**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 15% EPS*

Probetas con 15% EPS	Resistencia a compresión según días de curado (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7	14	28
1	110	111	136
2	98	134	139
3	101	136	136
Promedio	103.00	127.00	137.00
DE	6.24	13.89	1.73

**Figura 28**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 15% EPS*



#### 4.1.2.3. Concreto con 20% EPS

Este concreto alcanza a los 7, 14 y 28 días, una resistencia a la compresión de 76.67, 93.67 y 118 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 46%, 54% y 67% de la resistencia del concreto de diseño ( $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>); sin embargo, la resistencia sigue siendo mayor a la norma E.070 (MVCS, 2006) para ladrillos tipo III (95 kg/cm<sup>2</sup>), lo que representa que tiene buen comportamiento estructural a compresión.

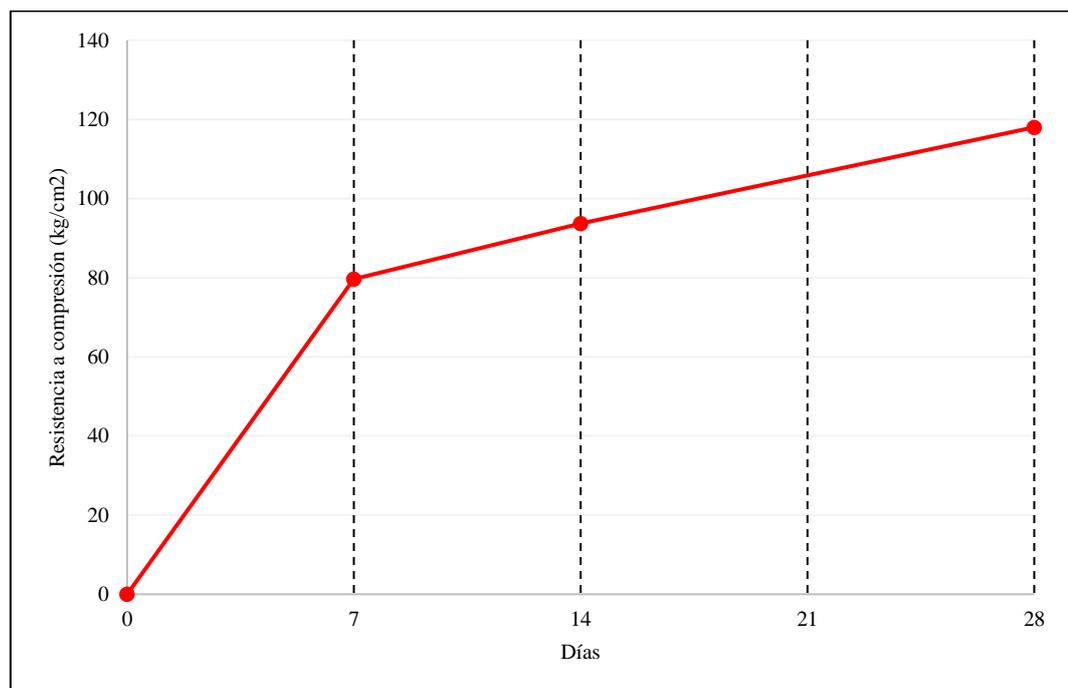
**Tabla 31**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 20% de EPS*

Probetas con 20% EPS	Resistencia a compresión según días de curado (Kg/cm <sup>2</sup> )		
	7	14	28
1	76	96	120
2	79	91	115
3	84	94	119
Promedio	79.67	93.67	118.00
DE	4.04	2.52	2.65

**Figura 29**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 20% EPS*



#### 4.1.2.4. Concreto con 25% de perlas de poliestireno

Este concreto alcanza a los 7, 14 y 28 días, una resistencia a la compresión de 61.33, 82.00 y 93.33 kg/cm<sup>2</sup>, representando el 35%, 47% y 67%, de la resistencia del concreto de diseño ( $f'_c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>), respectivamente; sin embargo, la resistencia sigue siendo mayor a la dada en la norma E.070 (MVCS, 2006) para ladrillos tipo II (70 kg/cm<sup>2</sup>) y bloques portantes (85 kg/cm<sup>2</sup>), pero menor en 1.67 kg/cm<sup>2</sup> que, los ladrillos tipo III (95 kg/cm<sup>2</sup>), lo que significa que tiene buen comportamiento estructural a compresión.

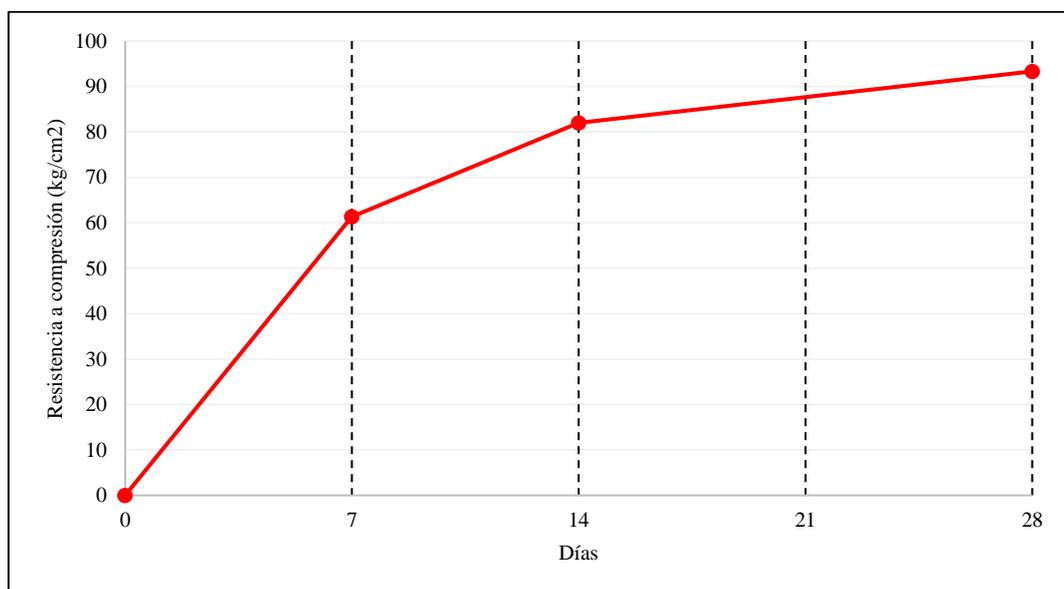
**Tabla 32**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 25% de EPS*

Probetas con 25% EPS	Resistencia a compresión según días de curado (kg/cm <sup>2</sup> )		
	7	14	28
1	63	80	96
2	56	82	91
3	65	84	93
Promedio	61.33	82.00	93.33
DE	4.73	2.00	2.52

**Figura 30**

*Resistencia a Compresión del Concreto con 25% EPS*



#### 4.1.2.5. Análisis de la resistencia del concreto con EPS

De la Tabla 37, se ha comprobado que, al adicionarse EPS de 0%, 15%, 20% y 25%, la resistencia a compresión del concreto disminuye hasta en 46.7% (93.33 kg/cm<sup>2</sup>) respecto al f'c de diseño (175 kg/cm<sup>2</sup>), pero, aun así, el concreto con 25% EPS alcanza similar resistencia a la del ladrillo tipo III (95 kg/cm<sup>2</sup>), y supera la resistencia del ladrillo tipo II (70 kg/cm<sup>2</sup>) y de los bloques portantes (85 kg/cm<sup>2</sup>), según la norma E.070.

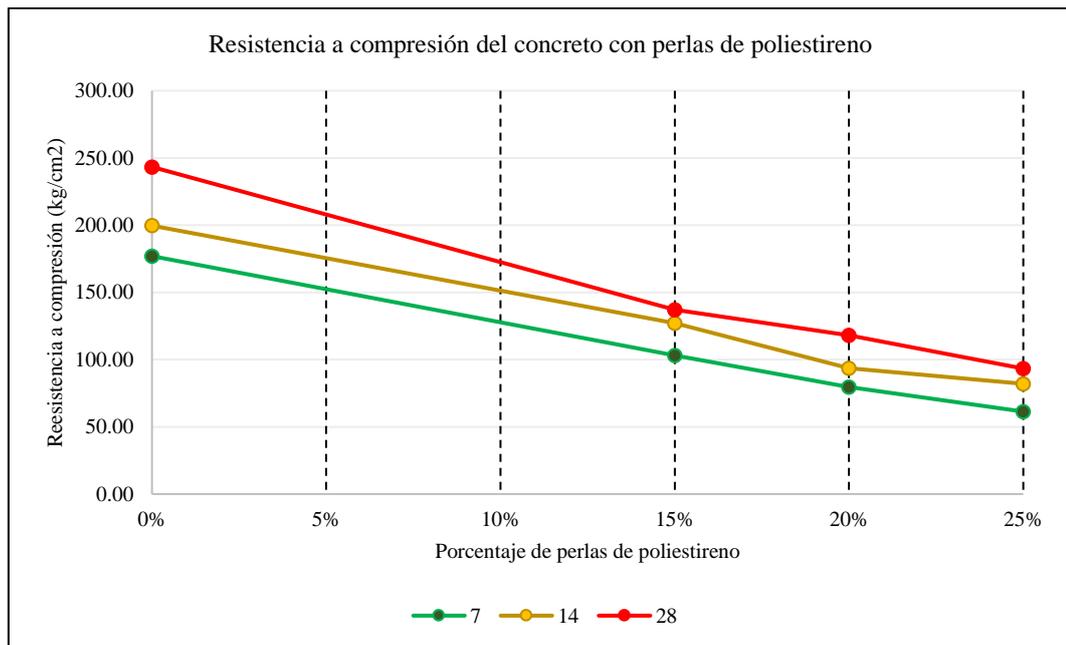
**Tabla 33**

*Resistencia a Compresión del Concreto (kg/cm<sup>2</sup>) con Perlas de Poliestireno*

Porcentaje de perlas de poliestireno	Días de curado		
	7	14	28
0%	177.00	199.67	243.33
15%	103.00	127.00	137.00
20%	79.67	93.67	118.00
25%	61.33	82.00	93.33

**Figura 31**

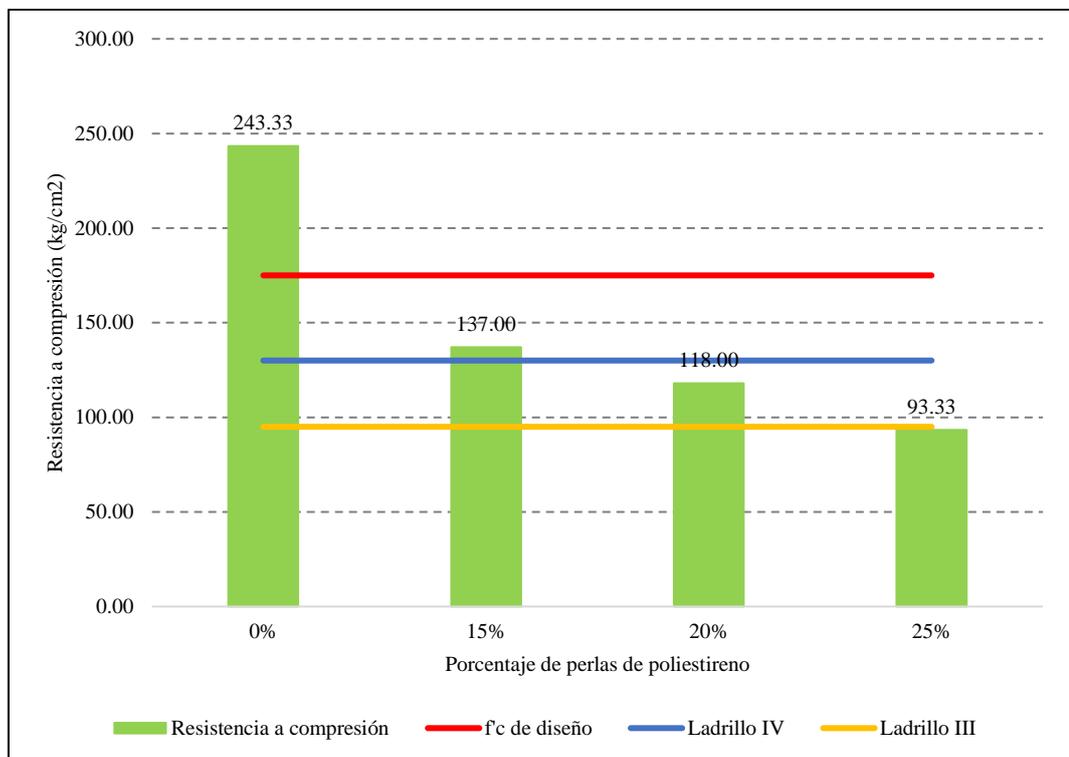
*Resistencia a Compresión del Concreto con EPS*



Al comparar la resistencia a compresión del concreto con perlas de poliestireno, a los 28 días de curado, se verifica que solamente el diseño base sin perlas de poliestireno supera el  $f'_c$  de diseño (175 kg/cm<sup>2</sup>), pero, según la norma E.070 (MVCS, 2006), el concreto con 15% EPS supera la firmeza a compresión del ladrillo tipo IV (130 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que, el concreto con 20% EPS supera la firmeza a compresión del ladrillo tipo III (95 kg/cm<sup>2</sup>), así mismo, el concreto con 25% de perlas de poliestireno alcanza en promedio resistencia a compresión similar a la del ladrillo tipo III, con tan solo 1.67 kg/cm<sup>2</sup>, por debajo, pero supera la resistencia del ladrillo tipo II (70 kg/cm<sup>2</sup>) y de los bloques de concreto portante (85 kg/cm<sup>2</sup>), por lo tanto, esta puede ser la mezcla más adecuada, siempre y cuando al elaborar los paneles de concreto con 25% de EPS, estos cumplan con la resistencia al corte diagonal.

**Figura 32**

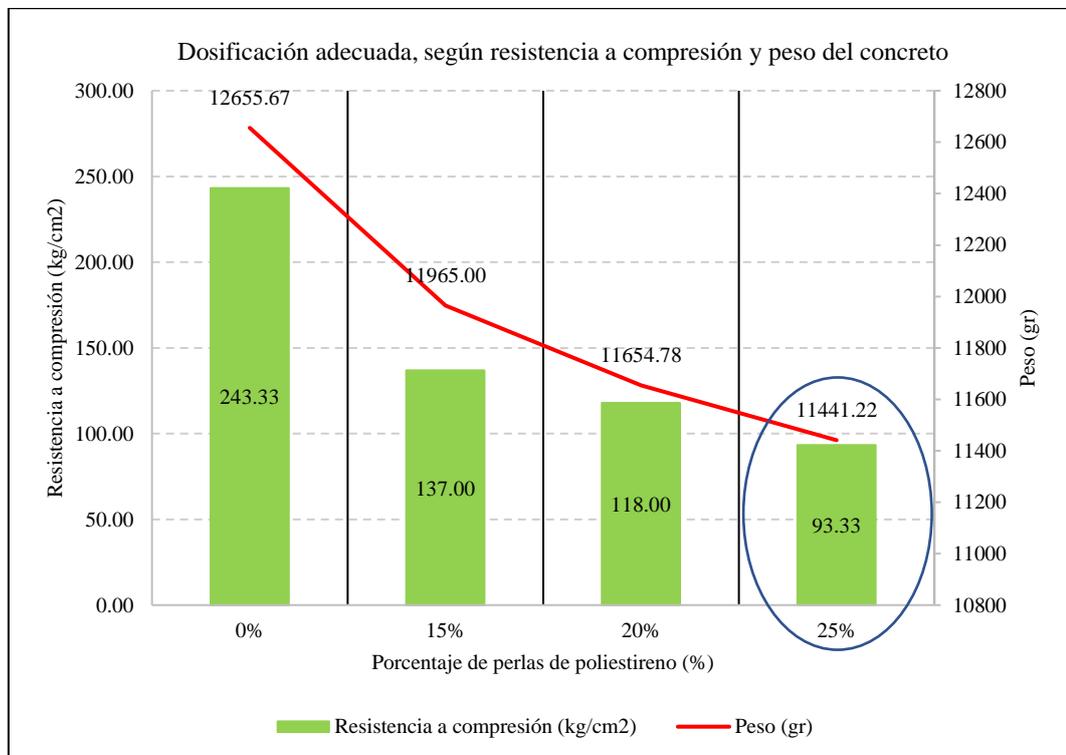
*Resistencia a Compresión del Concreto con EPS a los 28 Días*



Para elegir la dosificación más adecuada, se ha tomado en cuenta el aspecto ambiental, que sea el mayor porcentaje de EPS que, se pueda adicionar en la mezcla, cumpliendo con las características técnicas; siendo así, se ha verificado la firmeza a compresión del concreto con 0%, 15%, 20% y 25% EPS, en volumen de la mezcla; comprobando que, cumpla con los requisitos técnicos de la norma E.070 (MVCS, 2006), para un ladrillo tipo III; también se ha tomado en cuenta el peso del concreto, para lograr paneles más livianos; por tanto, la dosificación más adecuada es 25% EPS en el concreto, porque es el mayor porcentaje de adición, alcanza resistencia a compresión similar a la del ladrillo tipo III, de la norma E.070 (MVCS, 2006), y tiene el menor peso en comparación con otras dosificaciones.

**Figura 33**

*Dosificación más Adecuada, según Resistencia a Compresión del Concreto con EPS*



### 4.1.3. Paneles de concreto con EPS

Los muretes fabricados con paneles de concreto con 25% EPS, en volumen, de dimensiones 0.50 x 0.50 x 0.10 m, unión tipo LEGO, presentan resistencia al corte diagonal de 13.13 kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia mínima de muretes de ladrillos artesanales (5.1 kg/cm<sup>2</sup>) e industriales (8.1 kg/cm<sup>2</sup>), E.070.

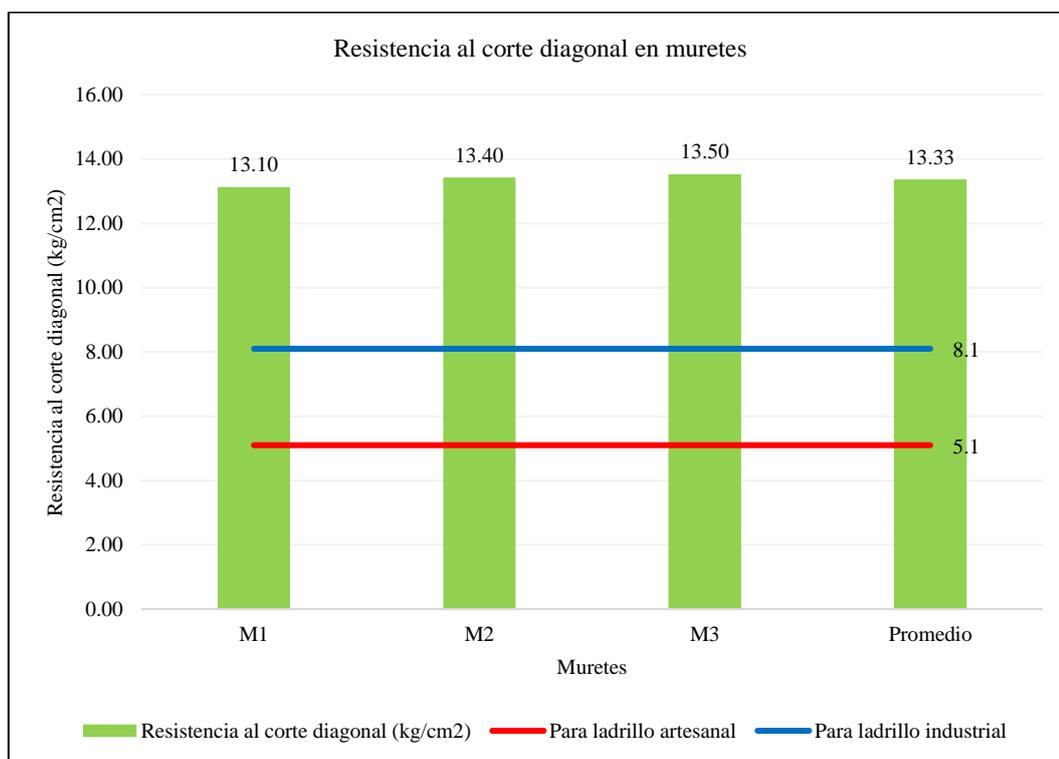
**Tabla 34**

*Resistencia al Corte Diagonal en Paneles con 25% de Perlas de Poliestireno*

Murete	Resistencia al corte diagonal (kg/cm <sup>2</sup> )
M1	13.10
M2	13.40
M3	13.50
Promedio	13.33
Desv. Estándar	0.21
V'm	13.13

**Figura 34**

*Resistencia al Corte Diagonal en Paneles con 25% de Perlas de Poliestireno*



## 4.2. Discusión de resultados

Para realizar el diseño de mezclas base del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, se han utilizado agregados locales, arena de la cantera Conchán, y grava de la cantera Cuyumalca. En otros estudios también han utilizado arena, pero con mayor módulo de finura, absorción, densidad y peso unitario, tal como, Alonso et al. (2020) quienes, utilizaron arena del banco de río Santo Domingo, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, que tiene módulo de finura 2.80, absorción de 6.73%, densidad 2.97 g/cm<sup>3</sup>, peso volumétrico suelto y compactado de 1502 y 1646 kg/m<sup>3</sup>, para elaborar paneles de concreto con EPS, Laguna (2020) utilizó agregado fino del río Santo Domingo, Chiapas, con MF 2.80, absorción 6.73%, densidad 2.97 g/cm<sup>3</sup>, peso volumétrico suelto y compactado de 1502 y 1646 kg/m<sup>3</sup>. Para elaborar paneles de concreto con EPS, y Curo y Yupanqui (2020) utilizaron arena con humedad 1.36%, MF 2.99, peso específico 2.55 g/cm<sup>3</sup>, absorción 2.46%, agregado grueso con humedad 0.86%, módulo de finura 3.40%, peso específico 2.64 g/cm<sup>3</sup>, y absorción 1.62%. Sin embargo, Medina (2022) también utilizó arena de Conchán, pero confitillo de Chuyabamba; y Bustamante (2021) también utilizó arena de Conchán, pero grava de la cantera San Juan. Según Medina (2022) la arena de Conchán presenta humedad de 4.33%, siendo mayor al 2.93% estimado, esto se debe a la época del año de muestreo, pero tienen igual módulo de finura, densidad similar y peso unitario suelto y compactado similar. Según Bustamante (2021) la humedad es menor (0.33%), siendo más alta la humedad considerada en la investigación, como se ha mencionado, esta diferencia se debe a la época del año de muestro, no obstante, tienen similar porcentaje de absorción, peso específico y peso unitario.

**Tabla 35***Características de las Materias Primas*

<b>Características</b>	<b>Arena</b>	<b>Grava</b>	<b>Cemento</b>	<b>Perlas EPS</b>
Origen	Conchán	Cuyumalca	Pacasmayo	ETSAPOL D10
Forma/tipo	Granular	Angular	tipo I	Perla
Humedad (%)	2.93	0.61		
MF	1.92	8.27		
TMN	0.00	1"		
Densidad (gr/cm3)	2.56	2.45	3150	10
Absorción (%)	1.40	0.70		
PUS (kg/m3)	1369.33	1437.00		
PUC (kg/m3)	1603.00	1601.33		
Abrasión (%)		25.00		

Considerando las características de los materiales se ha planteado el diseño de mezclas  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, con la relación a/c de 0.63, siendo mayor a la relación a/c utilizada por Priyanka et al. (2021) quienes trabajaron con R a/c de 0.25, pero igual a la R a/c utilizada por Lapa (2020) quienes utilizaron R a/c de 0.60, esto representa la cuantía de agua que tendrá la mezcla por bolsas de cemento. Con ello, se ha determinado que para la dosificación base, se necesita 306 kg de cemento, 837 kg de agregado fino, 935 kg de agregado grueso y 182 lts de agua para 1 m<sup>3</sup> de concreto, mientras que, Solomon et al. (2022), quienes utilizaron poliestireno de densidad 20 kg/m<sup>3</sup>, determinaron como dosificación base para la elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto, 393 kg de cemento, 742 kg de agregado fino, 1115 kg de agregado grueso y 197 kg de agua por m<sup>3</sup>, siendo similar a la dosificación base encontrada, mientras que, Priya y Sivakumar (2021) determinaron como proporción base a 444 kg de cemento, 874 kg de agregado fino, 958 kg de agregado grueso, 200 kg de agua por m<sup>3</sup>, y Curo y Yupanqui (2020) determinaron que la dosificación adecuada, era 428 kg de cemento, 433 kg de arena, 879 kg de grava, 175 lts de agua y 2.10 kg de perlas de poliestireno, para

1 m<sup>3</sup> de concreto; siendo cantidades de materiales mayores a las determinadas en el presente estudio, debido a que su  $f'c$  de diseño también es más alto. En cambio, Loaiza et al. (2020) y Bustamante (2021) diseñaron para  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, donde este último, determinó como proporción de materiales en peso a 368.79 kg de cemento, 1125.10 kg de agregado grueso, 758.23 kg de agregado fino, 245.75 kg de agua, y 5.97 gr de poliestireno para concreto con 12.5% EPS respecto al volumen de agregados, esta dosificación es similar a la alcanzada, no obstante, presenta mayor variación en la cantidad de agua, debido a que los agregados presentan diferentes características de absorción y humedad, así mismo, el agregado grueso usado pertenece a diferentes canteras de la provincia de Chota.

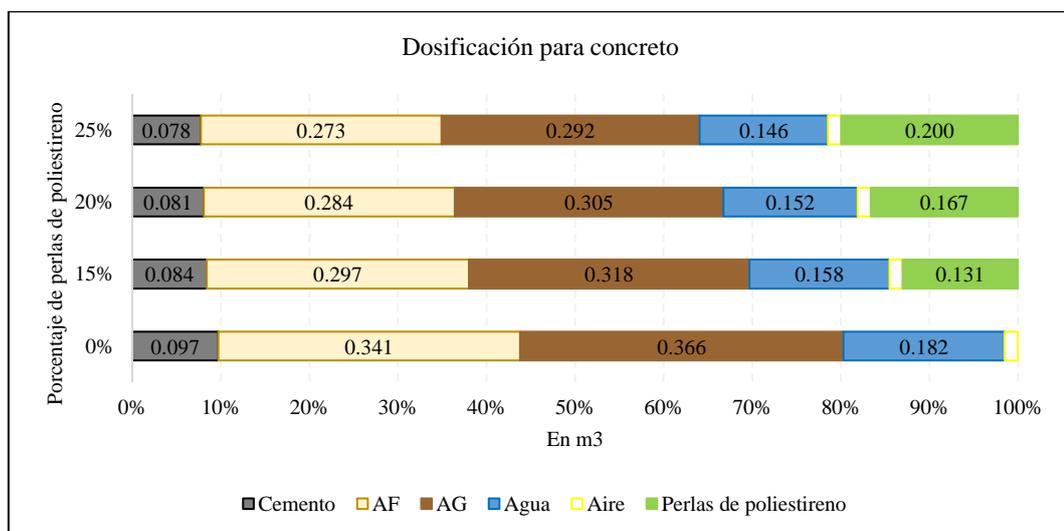
**Tabla 36**

*Dosificación de Materiales en Peso y Volumen para 1 m<sup>3</sup> de Concreto Base*

Dosificación	Cemento	AF	AG	Agua
Peso en kg/m <sup>3</sup>	306	837	935	182
En volumen m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.097	0.341	0.366	0.182

**Figura 35**

*Dosificación de Materiales para 1 m<sup>3</sup> de Concreto con Perlas de Poliestireno*



El concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, hecho con agregados locales de la provincia de Chota, para producir paneles con unión tipo LEGO, de dimensiones 50 x 50 x 10 cm, tiende a disminuir su peso acorde se incrementa el aditamento de perlas de poliestireno, siendo así, para unidades con 0%, 15%, 20% y 25% se alcanzan pesos de 12.66 kg, 11.97 kg, 11.65 kg y 11.44 kg, siendo, similares, a los obtenidos por Macías y Jarre (2022) quienes elaboraron paneles de 40 x 20 x 10 cm, con 0%, 15%, y 25% de poliestireno, alcanzando pesos de 12.48 kg, 12.01 kg y 11.56 kg, así mismo, Priya y Sivakumar (2021) también argumenta que mayor cantidad de EPS en la mezcla, menor es el peso de los paneles de concreto. Gonzáles y Fonseca (2020) determinaron que paneles con 40% de poliestireno en remplazo de la arena pueden tener hasta 16% menos de peso, mientras que, los paneles elaborados en Chota, con 25% de perlas de poliestireno solo tienen 9.60% menos peso que, los paneles convencionales, esto se debe a que se está utilizando menor cantidad de poliestireno, y además este se está adicionando al volumen del concreto, mientras que, Gonzáles y Fonseca (2020) lo están incorporando como sustituto del árido.

La resistencia a compresión del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregados locales de la provincia de Chota, disminuye conforme se incrementa el EPS, para unidades con 0%, 15%, 20% y 25%, alcanzan el 139.05%, 78.29%, 67.43% y 53.33% de la resistencia de diseño, lo que, equivale a 243.33, 137, 118, y 93.33 kg/cm<sup>2</sup>; las resistencias alcanzadas son similares al estudio de Lee et al. (2018) quienes determinaron que, los paneles con poliestireno tenían resistencias de 90.65 kg/cm<sup>2</sup>, Curo y Yupanqui (2020), quienes alcanzaron 91.86 kg/cm<sup>2</sup>, de resistencia al elaborar concreto de densidad 1400 kg/m<sup>3</sup> con poliestireno, Priya y Sivakumar (2021) quienes sustituyeron el agregado grueso por proporciones de 0

a 100% del volumen, con variaciones de 20%, lograron resistencias máximas de 254.93 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto sin perlas de poliestireno, y mínimas de 81.58 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con el total de perlas de poliestireno en remplazo del agregado grueso, Laguna (2020), determinó que el concreto con poliestireno alcanza resistencias de 116.93 kg/cm<sup>2</sup>, Alonso et al. (2020) sus paneles de concreto con poliestireno alcanzaron resistencias de 116.93 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de curado, y también Gonzáles y Fonseca (2020) quienes verificaron que las pérdidas de resistencia al adicionar EPS en el concreto asciende hasta 40%; mientras que, Trejos y Suarez (2019) determinaron que, el concreto con 15% de poliestireno expandido en relación al peso, alcanzaba resistencias de 229.43 kg/cm<sup>2</sup>, lo que se debe a que, su  $f^c$  de diseño fue 350 kg/cm<sup>2</sup>, siendo así, este representa el 65.51% del  $f^c$  de diseño, Chuqizapon e Ibañez (2020) determinaron que las resistencias a compresión para concreto con 0%, 15%, 30%, 45%, 50% y 60% de perlas de poliestireno, alcanza resistencias a compresión de 412.45, 367.40, 325.63, 267.54, 259.53 y 237.02 kg/cm<sup>2</sup>, siendo así, se muestra que la resistencia se reduce al aumentar la cantidad de EPS en el concreto, pero esta representa el 78.95% del  $f^c$  de diseño para concreto con 30% de EPS, Gonzáles (2020) determinó que, el concreto  $f^c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, con poliestireno alcanzaba el 137% del  $f^c$  a los 28 días, Macías y Jarre (2022) para concreto con 0%, 15% y 25% alcanzan 464, 433 y 374 kg/cm<sup>2</sup> de firmeza a compresión, sin embargo, estos valores mayores se deben a que su  $f^c$  de diseño es más alto siendo 420 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, sus paneles alcanzan el 110.48%, 103.10% y 89.05% de la resistencia de diseño, respectivamente, porcentajes similares a los alcanzados por las probetas de concreto con perlas de poliestireno en Chota; así mismo, Solomon et al. (2022) elaboraron paneles de 100 x 50 cm, con diferentes espesores, con los que

determinaron que la resistencia a compresión para paneles sin y con poliestireno era de 318.66 y 183.55 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, el concreto con perlas EPS representa el 57.60% de la firmeza a compresión del concreto sin perlas de poliestireno; porcentaje similar al concreto con 25% de perlas de poliestireno en Chota, que alcanza el 53.33% del  $f'_c$  de diseño; en cambio, otros estudios alcanzan menores resistencias a compresión, que en el presente estudio, como Trinidad (2020) cuyo concreto con poliestireno reciclado alcanzó resistencia de 63 kg/cm<sup>2</sup>, Lapa (2020) quien determinó que la firmeza a compresión del concreto con 40% de sustituto de la arena por poliestireno alcanzaba resistencia de 31.24 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que con 20% la firmeza era 77.77 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que, lo propuso como bloques no portantes, y portantes, respectivamente, tal como Souza et al. (2021) quienes al elaborar concreto celular con baja densidad, utilizando poliestireno expandido como agregados, solo alcanzaron la resistencia mecánica de 30 kg/cm<sup>2</sup>, calificado como para muros no portantes; o como Medina (2022), quien utilizó agregados locales de Chota, pero cuyos bloques con EPS al 0%, 10% y 20% de remplazo de los agregados por EPS, alcanzó firmezas a compresión de 58.32, 50.10 y 35.71 kg/cm<sup>2</sup>, esto se debe a que el autor remplazó la arena y grava en volumen, mientras que, en el presente estudio se ha adicionado perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, además de que, el  $f'_c$  de diseño en el estudio fue 175 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, Medina (2022) solamente realizó su diseño de mezclas para  $f'_c$  50 kg/cm<sup>2</sup>.

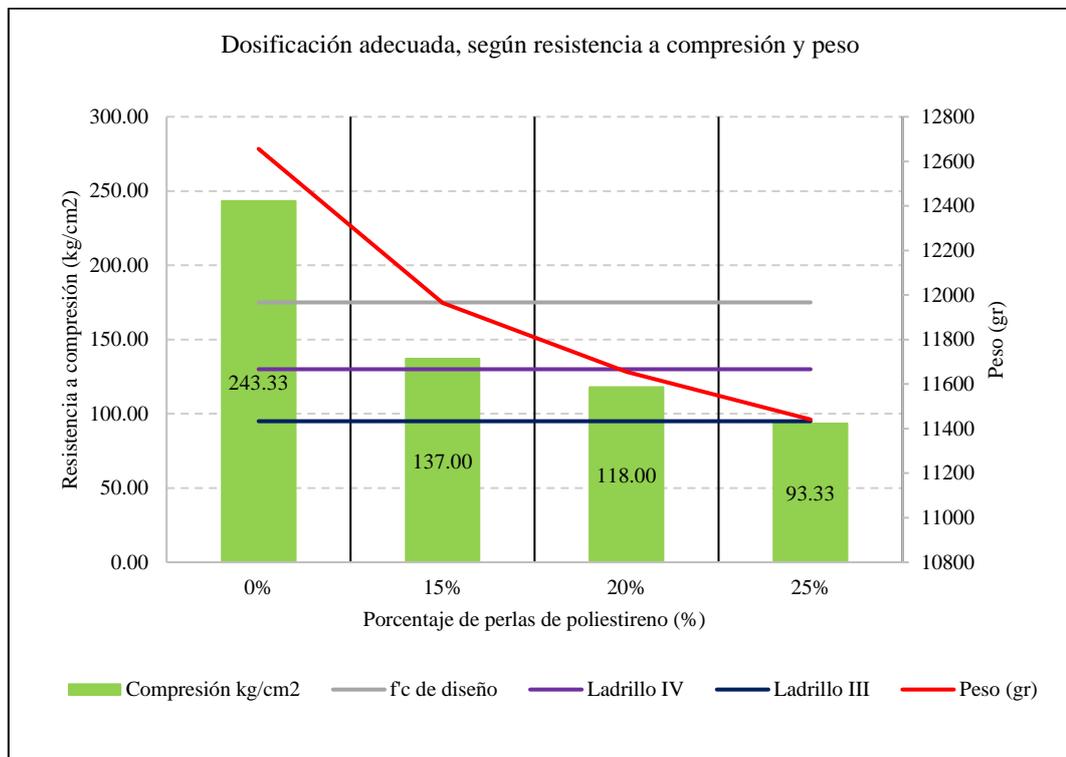
**Tabla 37**

*Características del Concreto elaborado con Adición de Porcentajes de Perlas de Poliestireno*

% EPS	Resistencia a compresión (kg/cm2)	Porcentaje del f'c de diseño
0%	243.33	139.05%
15%	137.00	78.29%
20%	118.00	67.43%
25%	93.33	53.33%

**Figura 36**

*Análisis de la Resistencia a Compresión del Concreto con EPS*



Si se compara las resistencias alcanzadas en concreto con poliestireno, con las resistencias dadas para unidades de albañilería en la norma E.070 (MVCS, 2006) el panel con 0% y 15% de perlas de poliestireno se clasificaría como ladrillo tipo IV (130 kg/cm2), en cambio los paneles con 20% y 25% de perlas de EPS se clasificarían como ladrillo tipo III (95 kg/cm2); similar, a lo encontrado por,

Leonardo y Lozano (2021), quienes incorporaron poliestireno expandido reciclado en 0%, 0.5%, 1% y 1.50% en peso, en ladrillos de concreto, alcanzando resistencias a compresión de 136.85, 145.82, 139.87, y 129.40 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, clasifican como tipo IV, a excepción de los ladrillos con 1.50% de poliestireno que, clasifican como tipo III, por tanto, estos basados en la resistencia recomendaron solo utilizar 0.5% de poliestireno en peso o 5% en volumen, no obstante, dándole mayor énfasis al aspecto ambiental, se solicitaría mayor cuantía de perlas EPS en la mezcla.

Analizando los porcentajes más adecuados Trejos y Suarez (2019) determinaron como porcentaje más adecuado a 5% de poliestireno expandido, debido a que, quería seguir manteniendo la resistencia estructural del 75% del  $f'_c$  de diseño, Bustamante (2021) determinó que el porcentaje más adecuado era 12.50%, debido a que cumplía con el  $f'_c$  de diseño de 175 kg/cm<sup>2</sup>, alcanzando resistencia promedio de 175.50 kg/cm<sup>2</sup>, Lapa (2020) en cambio, determinó como porcentaje más adecuado a 20% de poliestireno para bloques con EPS; no obstante, Chiquizapon e Ibañez (2020), Lee et al. (2018) y Gonzáles y Fonseca (2020) determinaron como porcentaje más adecuado a 40% de remplazo del volumen de arena por perlas de poliestireno, esto debido a que, su  $f'_c$  de diseño base es mayor, así mismo, Gonzáles y Fonseca (2020) adquieren mayor resistencia que los paneles con 30% de poliestireno, datos que se entienden debido al proceso de fabricación, con activación alcalina, Priya y Sivakumar (2021) determinaron que con 60% EPS, como sustituto del agregado grueso, se pueden elaborar paneles con 140 kg/cm<sup>2</sup>, y 25.7% menos pesados; el mayor porcentaje alcanzado es porque logran una mayor resistencia inicial del concreto base, lo que permite que la resistencia del concreto con poliestireno también sea mayor. Siendo

así, a pesar de que, el poliestireno disminuya la resistencia del concreto, tal como argumentan Solomon et al. (2022), la naturaleza elástica del EPS ayuda a que, el panel se mantenga unido incluso después de la falla del concreto, por lo que, al ser utilizado en paneles de concreto para muros portantes, su resistencia a corte puede ser constante, por tanto, se ha determinado como porcentaje más adecuado a 25% de EP, tal como, Macías y Jarre (2022), quienes determinaron que, utilizando 25% de poliestireno se elaboran paneles con buenas características mecánicas y menor peso.

**Tabla 38**

*Resistencia al Corte Diagonal en Muretes con Paneles con la Adición de 25% EPS, respecto al Volumen del Concreto*

Resistencia al corte de muretes (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia al corte en kg/cm <sup>2</sup> , según norma E.070 (MVCS, 2006)	
	Porcentaje respecto a la resistencia de ladrillo artesanal	Porcentaje respecto a la resistencia de ladrillo industrial
13.13	257.45%	162.10%

Se han elaborado paneles de concreto con unión tipo LEGO, de dimensiones 0.50 x 0.50 x 0.10 m, con la dosificación más adecuada, siendo con la adición de 25% EPS, respecto al volumen del concreto. Los paneles se han unido por el sistema macho – hembra, pero a la vez se ha utilizado mortero adhesivo para mayor seguridad, formando los muretes, que a los 28 días han sido ensayado a corte diagonal, determinando que su resistencia es 13.13 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa el 257.45% de la resistencia en muretes solicitada para ladrillos artesanales por la norma E.070 de 5.10 kg/cm<sup>2</sup>, y representa el 162.10% de la resistencia en muretes solicitada para ladrillos industriales por la norma E.070 de 8.10 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, los paneles con EPS pueden ser utilizados en la construcción de edificaciones. García (2020) determinó que los muros aligerados con EPS tienen mayor rigidez

axial y a cortante, con resistencia en muretes de 28.76 y 19.78 kg/cm<sup>2</sup> para concreto y mortero con poliestireno, siendo así, obtuvo mayores resistencia que el presente estudio debido a que utilizo menores cantidades de poliestireno; así mismo, se obtuvieron valores similares de resistencia al corte diagonal que, Medina (2022) quién, determinó que los muretes de bloques de concreto con 0% y 10% EPS tienen firmeza al corte diagonal de 13.96 kg/cm<sup>2</sup>, y 12.92 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; siendo así, los paneles de concreto con EPS tienen 1.60% más resistencia en muretes que los bloques de concreto con EPS elaborados por Medina (2022), esto debido al tipo de unión de los paneles planteados en el presente estudio que, es ensamblaje tipo LEGO, mientras que, los bloques de concreto con EPS fueron unidos con mortero convencional. Se concluye que, es factible técnicamente utilizar paneles de concreto con unión tipo LEGO, adicionando 25% de perlas de poliestireno, porque, además Basantes y Arévalo (2022) determinaron que los muretes elaborados con fibrocemento con poliestireno expandido presentan mayor resistencia, rigidez lateral y menor disipación de energía que los muros de albañilería simple; Shelton et al. (2022) concluyeron que el sistema de construcción con paneles de concreto de fibrocemento y perlas de poliestireno tienen un comportamiento plástico deseable frente a cargas de compresión axial, por lo que, se sugiere su uso en la edificación de muros portantes. Finalmente, Trinidad (2020), Curo y Yupanqui (2020), Loaiza et al. (2020), Yousefi (2021) y Priyanka et al. (2021) argumentan que, aun cuando en unidad los paneles con poliestireno tiendan a tener menor resistencia a compresión por la adición de EPS, cumplen con los requerimientos de las normas vigentes (E.070, MVCS, 2006) para su uso en la construcción de muros portantes, así mismo, según Laguna (2020) son una solución ecológica para la edificación .

**Tabla 39***Costo de Construcción con Paneles con EPS*

Porcentaje de perlas de poliestireno	Costo (soles), para paneles con perlas de poliestireno	
	Costo unitario de 1 panel	Costo de 1 m2 de muro
0%	6.943	57.746
15%	6.265	55.032
20%	6.071	54.258
25%	5.893	53.545
Ladrillos kk comercial	1.038	72.22

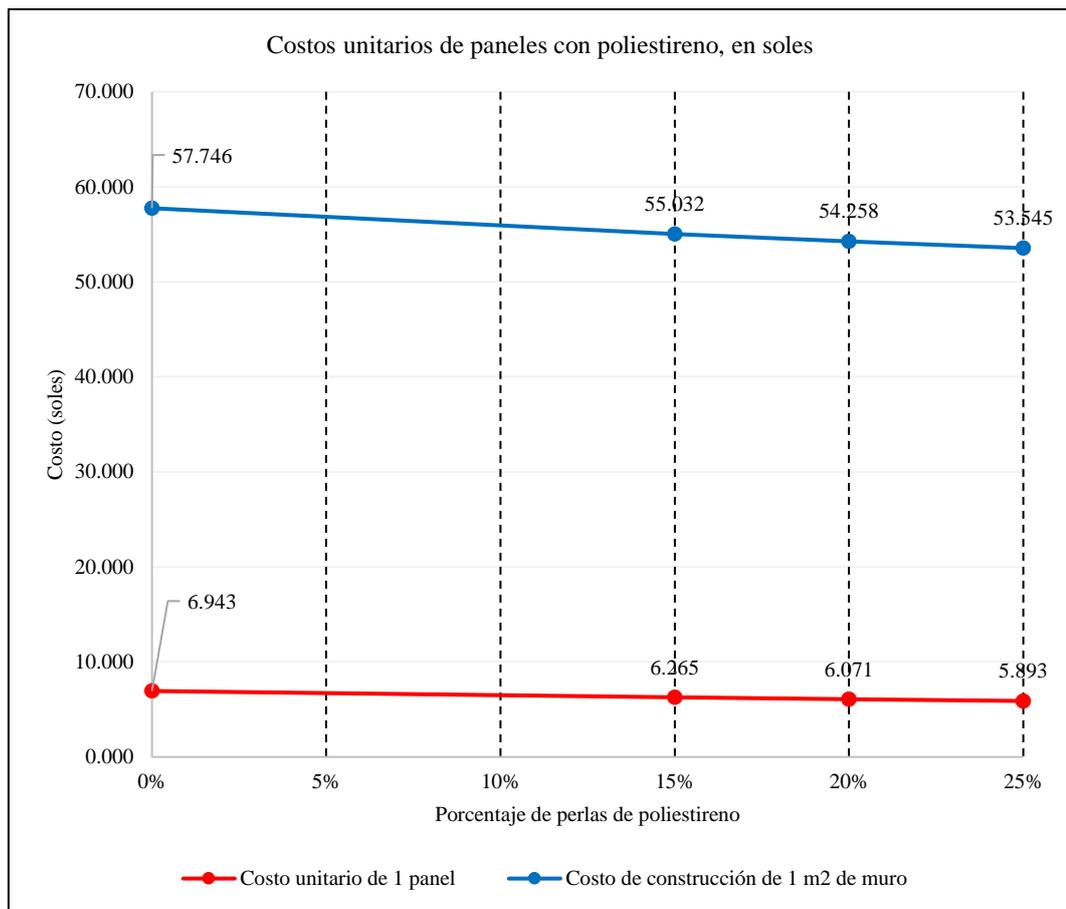
Nota: (ver en anexo D, cálculo detallado del análisis de costos unitarios).

Al elaborar paneles de concreto con unión LEGO adicionando perlas de poliestireno, también se tiene un costo de producción, que para el caso del estudio es 6.94, 6.27, 6.07, y 5.89 soles para los paneles con 0%, 15%, 20% y 25%, respectivamente, siendo así a mayor cantidad de EPS, menor costo de producción de los paneles, debido a que, como se está adicionando el poliestireno, se tiene más mezcla, lo que permite realizar mayor cantidad de paneles, no obstante, Salcedo (2020) determinó que el costo de fabricación de paneles de 2.4 m x 1.20 m, con espeso de 10 cm, sería 3.33 dólares, lo equivalente a 12.76 soles, siendo mayor al costo estimado de producción en el presente estudio, pero esto se debe, a que, Salcedo ha propuesto paneles de mayores dimensiones. Respecto al costo de aplicación de los paneles de concreto con unión LEGO, para el proceso constructivo de 1 m2 de muro, se utilizarían 4 paneles de concreto, que serían unidos con mortero adhesivo, eludiendo así el uso de mortero, por lo que, mientras un muro convencional con ladrillo kk comercial, asentado en soga, tiene un costo de 72.22 soles, mientras que, si se utilizan paneles de concreto con 25% EPS, se tiene un costo de construcción de 53.55 soles, lo que representa un ahorro de 25.9% del costo de construcción de un muro convencional; así mismo, Ojeda (2019) determinó que, al usar paneles con poliestireno en la construcción de

muros, se ahorra tiempo, costo y espacio, tal como, 17% en tiempos de construcción, 18% en costos de producción, y ahorra espacios el 31.79% por m<sup>2</sup> construido, siendo un material alternativo favorable.

**Figura 37**

*Costo de Construcción con Paneles con Perlas de Poliestireno*



#### 4.3. Contrastación de hipótesis

Para el análisis estadístico, se ha utilizado el programa Minitab 19, se ha realizado la prueba ANOVA que permite determinar la similitud o disimilitud de los datos, en este caso resistencias a compresión, donde las hipótesis de estudio, fueron, la

hipótesis alternativa H1 “El uso de poliestireno tipo perla incide en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, utilizando concreto  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$  según norma E070 (si hay diferencia significativa en la firmeza a la compresión entre diseños)”, mientras que, la hipótesis nula Ho “El uso de poliestireno tipo perla no incide en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, utilizando concreto  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$  según norma E070 (no hay diferencia significativa en firmeza a la compresión entre diseños)”. Si el valor-p (probabilidad) es menor que, el nivel de significancia, 0.05, para un nivel de confianza del 95%, se rechaza Ho, y se acepta H1, pero si el valor-p es mayor que, el nivel de significancia se acepta Ho.

**Tabla 40**

*Datos para el Análisis Estadístico*

Días de curado	0%	15%	20%	25%
7	177	110	76	63
7	175	98	79	56
7	179	101	84	65
14	197	111	96	80
14	211	134	91	82
14	191	136	94	84
28	242	136	120	96
28	236	139	115	91
28	252	136	119	93

Los datos usados en el análisis se exponen en la Tabla 45, que al ser analizada en Minitab 19, se ha determinado que, el valor p es 0.00, como se puede observar en la Tabla 46, siendo así, se rechaza Ho, y se acepta H1, concluyendo que, el EPS si inciden en las características mecánicas del concreto, así mismo, también incide el tiempo de curado.

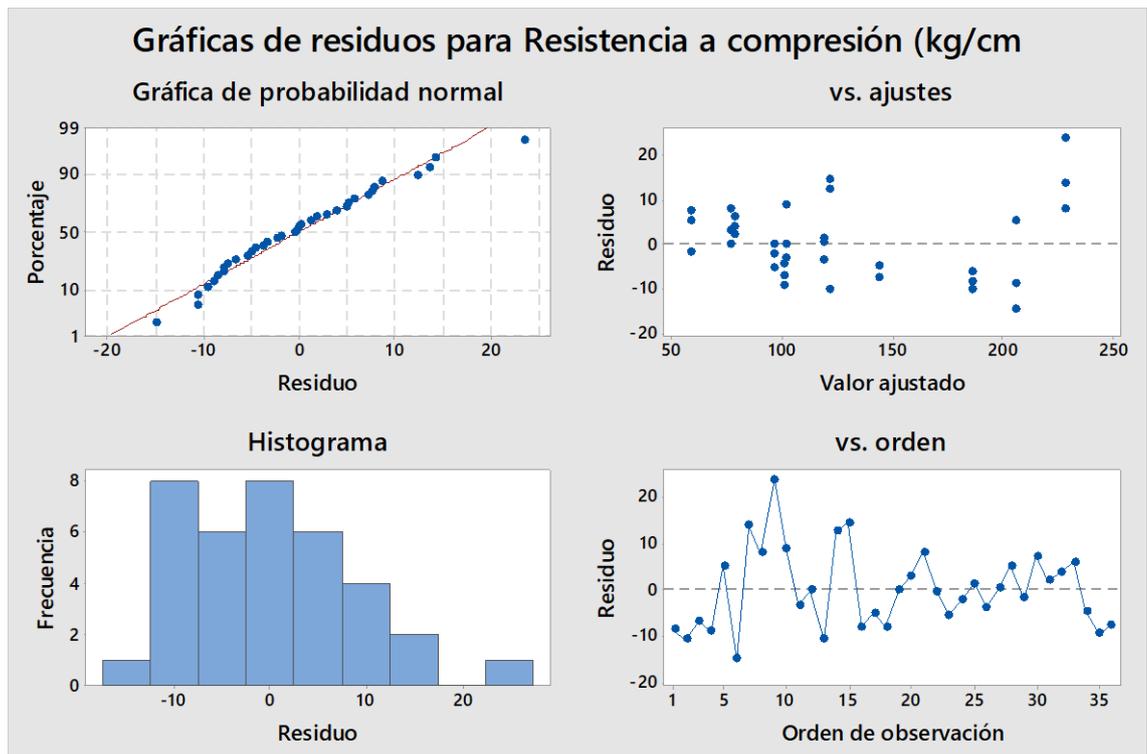
**Tabla 41**

*Análisis de Varianza ANOVA para Paneles de Concreto con Poliestireno*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Días de curado	2	10930.7	5465.3	65.50	0.000
Porcentaje de EPS	3	86169.0	28723.0	344.25	0.000
Error	30	2503.1	83.4		
Falta de ajuste	6	1559.1	259.9	6.61	0.000
Error puro	24	944.0	39.3		
Total	35	99602.7			

**Figura 38**

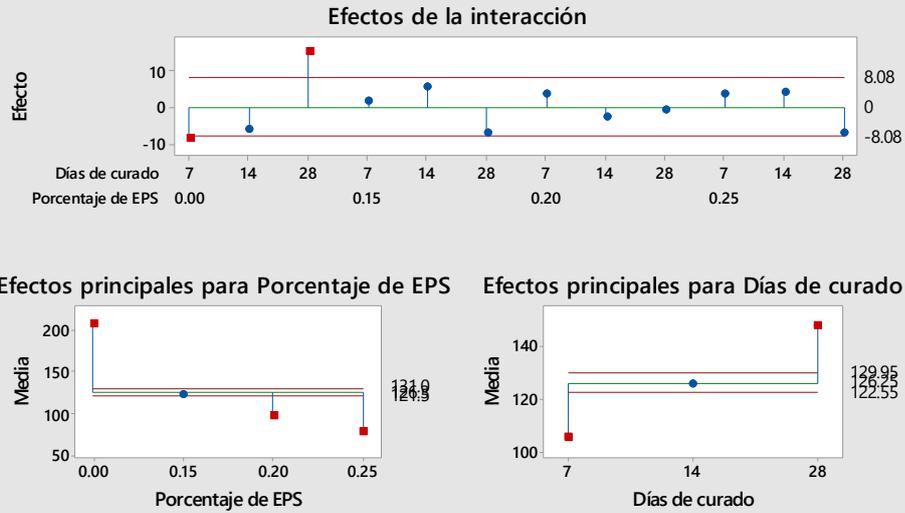
*Gráfica de Residuos para Firmeza a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)*



**Figura 39**

*Análisis de Medias (ANOM) norma de Dos Factores de Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)*

**ANOM normal de dos factores de Resistencia a compresión (kg/cm<sup>2</sup>)**  
 $\alpha = 0.05$



Al demostrarse que, si existe una relación, se ha determinado los parámetros de regresión, observando una línea de regresión negativa, es decir, la resistencia a compresión del concreto reduce a mayor porcentaje de EPS, además, se ha determinado el coeficiente de Pearson, el cual asciende a -0.928, con lo que, se demuestra que hay relación alta entre las variables de estudio, tal como, se puede observar en tablas y figuras:

**Tabla 42**

*Análisis de Regresión de la Resistencia con el Porcentaje de Perlas de Poliestireno Adicionado*

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
20.1971	86.5%	85.70%	83.79%

Se muestra la ecuación de regresión, que relaciona la firmeza a compresión del concreto con EPS adicionado a la mezcla.

$$\text{Resistencia} = 206.80 - 651.90 \times (\text{Porcentaje EPS}) + 552.90 (\text{Porcentaje EPS})^2 \quad (45)$$

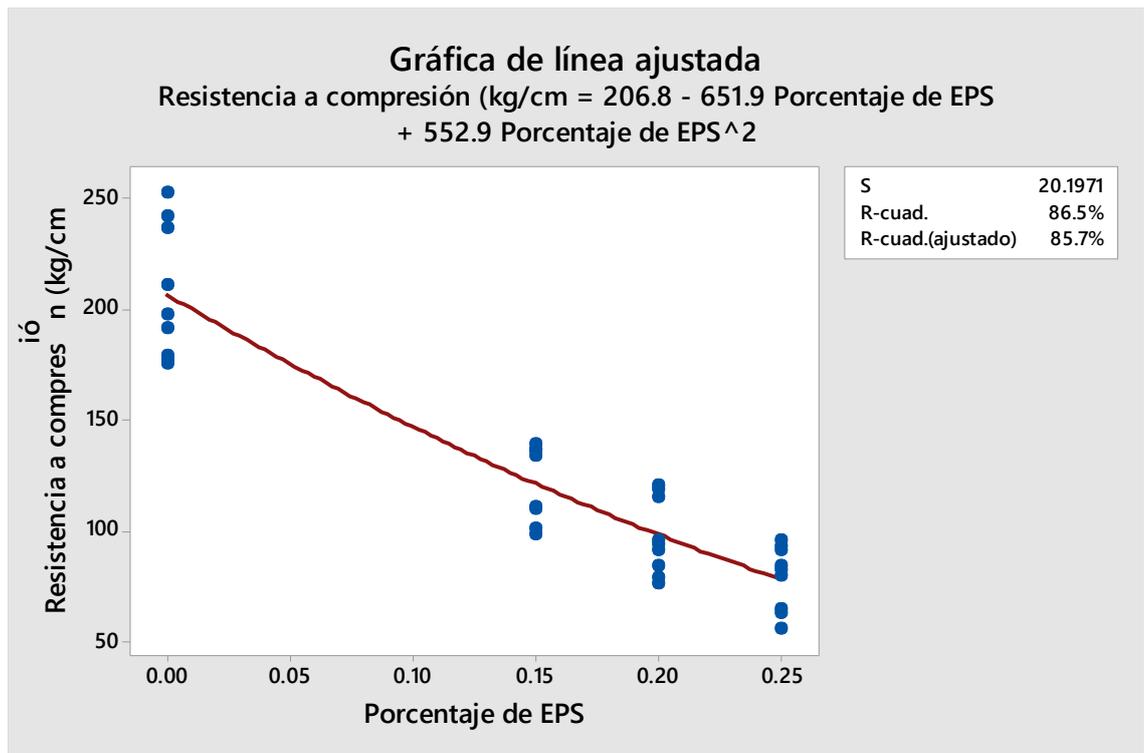
**Tabla 43**

*Correlación de Pearson*

Correlación de Pearson	-0.928
Valor p	0.000

**Figura 40**

*Gráfica de Línea Ajustada, Resistencia a Compresión según Porcentaje de EPS*



## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Como conclusión general: El poliestireno tipo perla incide negativamente en las características estructurales de los paneles para muros de tabiquería prefabricada, utilizando concreto  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con unión LEGO; el coeficiente de correlación de Pearson entre el porcentaje de incorporación de EPS y la resistencia a compresión del concreto es  $-0.928$  lo que indica que a mayor porcentaje de poliestireno menor resistencia, sin embargo también alcanza menor peso por lo que sigue siendo favorable para tabiquería según la norma E.070 (MVCS, 2006).

- 1) Los agregados utilizados en la preparación del concreto base  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , fueron arena fina de la cantera Conchán, y grava de la cantera Cuyumalca. La arena presentaba módulo de finura de 1.92, siendo menor al dado en la NTP 400.037, pero estando dentro del rango dado en la norma E.070 (MVCS, 2006), así mismo, no cumple con el uso granulométrico, en cambio la grava de TMN 1" cumple con la gradación normada. La humedad y absorción de la arena de 2.93% y 1.40%, es mayor al de la grava, 0.61% y 0.70%, respectivamente, así mismo, la densidad de la arena es mayor a la de la grava con  $2.65 \text{ g/cm}^3$  y  $2.45 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente, pero el peso unitario suelto de la grava es mayor que, el de la arena, siendo  $1437 \text{ kg/m}^3$ , y  $1368.33 \text{ kg/m}^3$ , correspondientemente, pero al compactarlo, la arena tiene mayor peso unitario compactado, que la grava, de  $1603 \text{ kg/m}^3$  y  $1601.33 \text{ kg/m}^3$ , esto se debe a que, el material utilizado como agregado grueso es en parte confitillo, considerando que, su aplicación será en paneles, y estos tienen espesor de tan solo 10 cm. Con estos agregados se ha planteado la dosificación base, para una relación a/c de 0.63, siendo  $0.097 \text{ m}^3$  de concreto,

0.341 m<sup>3</sup> de agregado fino, 0.366 m<sup>3</sup> de agregado grueso y 0.182 m<sup>3</sup> de agua, para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

- 2) La resistencia a compresión del concreto  $f'_c$  175 kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregados locales de la provincia de Chota, se reduce al incrementar la añadidura de perlas de poliestireno, para unidades con 0%, 15%, 20% y 25%, en volumen, alcanzan el 139.05%, 78.29%, 67.43% y 53.33% de la resistencia de diseño, lo que, equivale a 243.33, 137, 118, y 93.33 kg/cm<sup>2</sup>. Si se compara las resistencias alcanzadas en concreto con poliestireno, con las resistencias dadas para unidades de albañilería en la norma E.070 (MVCS, 2006) el panel con 0% y 15% de perlas de poliestireno se clasificaría como ladrillo tipo IV (130 kg/cm<sup>2</sup>), en cambio, el panel con 20% de perlas de poliestireno se clasifica como ladrillo tipo III (95 kg/cm<sup>2</sup>), y el panel con 25% de perlas de poliestireno se clasificarían como ladrillo tipo II (70 kg/cm<sup>2</sup>) y como bloques portantes (85 kg/cm<sup>2</sup>), siendo así, la dosificación adecuada técnica y ambientalmente es 25% de EPS.
- 3) Los paneles de concreto con unión LEGO, de dimensiones 0.50 x 0.50 x 0.10 m, elaborados con la dosificación de 25% de perlas de poliestireno, en volumen, se han unido por el sistema macho – hembra, pero a la vez se ha utilizado mortero adhesivo para mayor seguridad, formando los muretes, que a los 28 días han sido ensayado a corte diagonal, determinando que su resistencia es 13.13 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa el 257.45% y 162.10% de la resistencia en muretes solicitada para ladrillos artesanales (5.10 kg/cm<sup>2</sup>) e industriales (8.10 kg/cm<sup>2</sup>) de acuerdo a la norma E.070 (MVCS, 2006), por tanto, los paneles con EPS pueden ser utilizados en la construcción de edificaciones.

## **5.2. Recomendaciones y/o sugerencias**

- Se recomienda a los constructores, ingenieros y demás personas que tengan interés en el rubro de la construcción, utilizar paneles de concreto con unión tipo LEGO, con adición de 25% de poliestireno, fabricándolo acorde a las especificaciones del presente trabajo en cuanto a dosificación, dimensiones y tipo de ensamble, debido a que, presentan buen comportamiento mecánico, menor costo de construcción, y tienen aporte ambiental.
- Así mismo, para la profundización de la investigación, se recomienda investigar la influencia del tamaño de partícula del poliestireno tipo perla en las características estructurales de los paneles. Comparar el uso de poliestireno de diferentes tamaños para determinar si hay alguna diferencia significativa en la resistencia y estabilidad de los paneles.
- Se sugiere que se analice el comportamiento del concreto con poliestireno tipo perla ante diferentes condiciones ambientales, como cambios de temperatura y humedad. Esto ayudará a determinar si el uso de poliestireno afecta la durabilidad y estabilidad del panel.
- También se recomienda realizar pruebas de permeabilidad y absorción de agua en los paneles de tabiquería prefabricada con unión LEGO con poliestireno tipo perla. Esto permitirá determinar si la presencia de poliestireno afecta la resistencia al agua de los paneles y si es necesario tomar medidas adicionales para garantizar su impermeabilidad.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos.
- Al-Naghi, A. A. A., Rahman, M. K., Al-Amoudi, O. S. B., & Gondal, M. A. (2022). Energy Conservation and Thermal Insulation Performance of Concrete Block Walls Incorporating Expanded Polystyrene Panels: Experimental and Simulation Study. *Journal of Architectural Engineering*, 28(3), 04022023. <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000555>
- Alonso Farrera, F. A., Castellanos Castellanos, J. E., Cruz Solis, J. J., López González, A., Grajales Marín, J. F., & Samayoa Aquino, I. A. (2020). Estudio técnico para el uso de paneles de concreto ligero de EPS reciclado para sistemas de losa. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 9(24), 86-100. <https://doi.org/10.31644/IMASD.24.2020.a05>
- Amasifuén, H.M. (2018). *Diseño De Bloques De Concreto Ligero Con La Aplicación De Perlas De Poliestireno, Distrito De Tarapoto, San Martín – 2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/30713>
- Asociación Nacional de Poliestireno Expandido, ANAPE. (2022). *Proceso de transformación del poliestireno expandible*. ANAPE EPS. <http://www.anape.es/index.php?accion=producto&subaccion=proceso-de-fabricacion>
- Ayuque, E. (2019). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3178>
- Basantes Avalos, C. E. & Arévalo Sánchez, A. O. (2022). *Estudio del comportamiento experimental de una mampostería simple y confinada utilizando paneles de fibrocemento con hormigón alivianado con poliestireno expandido (EPS)*. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional de Quito]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22118>
- Belito, G. y Paucar, F. (2018). *Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica].
- Borja, C. (2021, 17 de diciembre). *Lego | Borja López Cotelo*. Veredes. <https://veredes.es/blog/lego-borja-lopez-cotelo/>

- Briones, J., Izquierdo, R., Marrufo, C., y Rivera, L. (2013). *Informe de visitas de obra*. Universidad Privada del Norte. <https://qdoc.tips/visita-a-obra-pdf-free.html>
- Burga, J. (2022). *Evaluación del rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de asentado de ladrillo en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/204>
- Bustamante, C.A. (2021). *Caracterización térmica y acústica del concreto simple ( $F'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>) elaborado con distintas dosis de poliestireno, Chota, 2020*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/190>
- Caivinagua, D.I. (2018). *Mampostería en seco, tipo lego con ladrillo de plástico reciclado aplicado para fines de construcción emergente*. [Trabajo de Titulación de Arquitecto, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador]. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21900>
- Carreño, A. (2015). *Estudio de la prefabricación en concreto reforzado y su influencia en la construcción de estructuras en Colombia*. [Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito].
- Chuquizapon, K.D., e Ibañez, C.A.M. (2020). *Influencia de la densidad de las perlas de poliestireno sobre el costo, peso unitario, asentamiento, resistencia a compresión y flexión en un concreto ligero estructural para losas aligeradas, Trujillo 2020*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/24149>
- Congreso Nacional de la República. (2018, 19 de diciembre). *Ley N° 30884. Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*. El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/1122664-30884>
- Curo, E.Y., y Yupanqui, C.A. (2020). *Propuesta de bloques de anclaje comprimidos en concreto y poliestireno para mejoramiento de la resistencia del concreto en muros portantes Piura 2019*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50374>
- Delgado, A. (2018, 10 de julio). *El Tecnopor: la amenaza invisible*. Clima de cambios PUCP. <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/el-tecnopor-la-amenaza-invisible/>

- Dissanayake, D. M. K. W., Jayasinghe, C., and Jayasinghe, M. T. R. (2017). A comparative embodied energy analysis of a house with recycled expanded polystyrene (EPS) based foam concrete wall panels. *Energy and Buildings*, 135, 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.044>
- Escalante, C.A., y Gonzales, D.I. (2020). *Evaluación de las propiedades físico - mecánicas de la albañilería compuesta por unidades ecológicas tipo lego elaboradas con suelo-cemento y ensambladas con tubos PVC (cloruro de polivinilo) en el departamento de Cusco*. [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3608>
- Fernandes de Oliveira, H., dos Santos Mota O., Rocha Pinto F., Barbosa de Alencar D., Santos Fontineles F.H., dos Santos Santarém S. y Samuel Dias Maia D. (2019). Descriptive Analysis of Advantages and Disadvantages of Expanded Polystyrene Monolytic Panels - EPS. *International Journal for Innovation Education and Research*, 7(11), 159-68, doi:10.31686/ijer.vol7.iss11.1867
- García, D.F. (2020). *Evaluación de comportamiento mecánico del sistema de construcción de muros en concreto aligerados con poliestireno expandido, implementando muretes*. [Tesis de grado, Universidad de La Salle]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1898&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1898&context=ing_civil)
- González, F.J. (2005). *Caracterización de mezclas de residuos de poliestireno expandido (EPS) conglomerados con yeso o esyacola, su uso en la construcción*. [Tesis de Doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya]
- González, J.F. (2020). *Comportamiento ante cargas dentro y fuera del plano de paneles de poliestireno expandido, reforzados con malla y mortero, soportando fachada de porcelanato*. [Tesis de maestría en Ingeniería Civil, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1243>
- González, M.A., y Fonseca, A. (2020). *Evaluación de paneles de mortero aligerados con poliestireno expandido (EPS) mediante ensayos a compresión y flexión*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Pontificia Bolivariana]. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8622>
- González Ávila, M. (2002). Aspectos éticos de la investigación cualitativa. *Revista Iberoamericana de educación*, 29(1), 85-103. <http://www.rieoei.org/rie29a04.PDF>

- Huapalla, H.M., y Fonseca, W.D. (2020). *Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado para la construcción de edificios multifamiliares*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/648666>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda, y III de Comunidades Indígenas*. INEI.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2021a, 15 de noviembre). *NTP 339.185. Agregados. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2021b, 15 de noviembre). *NTP 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2021c, 15 de noviembre). *NTP 400.022. Agregados. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2021d, 15 de noviembre). *NTP 400.021. Agregados. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.* INACAL.
- INACAL. (2020a, 18 de febrero). *NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.* INACAL.
- INACAL. (2020b, 26 de noviembre). *NTP 400.019. Agregados. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo.* INACAL.
- INACAL. (2021e, 15 de noviembre). *NTP 339.033. Concreto. Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Práctica. 5a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2022, 24 de marzo). *NTP 339.035. Concreto. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2021e, 15 de noviembre). *NTP 339.034. Concreto. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2018, 03 de enero). *NTP 399.613. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2ª Ed.* INACAL.

- Khechekhouche, A., Karima, B., Eddine, K. S., & Sara, L. (2022). Thermal and Mechanical Shock Testing of a Brick Wall and A Polystyrene Wall. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 3(1), 11-20. <http://ejournal.upi.edu/index.php/AJSE/>
- Kuhail, Z. (2001). *Polystyrene lightweight concrete (polyconcrete)*. An-Najah University Journal for Research - A (Natural Sciences), 15(1), 42-61. <http://hdl.handle.net/20.500.11888/1926>
- Laguna, C.A. (2020). *Diseño de paneles de concreto ligero a base de EPS reciclado y su proceso constructivo*. [Tesis de maestría en Ingeniería con Formación en Construcción, Universidad Autónoma de Chiapas, México]. <https://repositorio.unach.mx/jspui/handle/123456789/3422>
- Lapa, J. (2020). *Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Continental, Huancayo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7710>
- Landeo, K.G. (2019). *Influencia de las propiedades de los agregados en la calidad del concreto premezclado empleado en la construcción de obras civiles en la ciudad de Huancavelica*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2625>
- Lee, J. H., Kang, S. H., Ha, Y. J., & Hong, S. G. (2018). Structural behavior of durable composite sandwich panels with high performance expanded polystyrene concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 12(1), 1-13. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40069-018-0255-6#Tab7>
- Leonardo, C.T., y Lozano, J.C. (2021). *Incorporación de poliestireno expandido reciclado en unidades de albañilería de concreto, Moyobamba, 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85375>
- Litumia, M.C., y Zhunio, B.T. (2015). *Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón*. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23112/1/Tesis.pdf>
- Lim, Y. S., Izhar, T. N. T., Zakarya, I. A., Yusuf, S. Y., Zaaba, S. K., & Mohamad, M. A. (2021, November). Life cycle assessment of expanded polystyrene. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 920(1),1-8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/920/1/012030/meta>

- Loaiza, S. R., Arevalo, C.P., & García, D.F. (2020). Evaluation of the Mechanical Behavior Compressive of Concrete Walls Lightened with Expanded Polystyrene. In *2020 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería CONIITI*, 1(1), 1-6. doi:10.1109/CONIITI51147.2020.9240389
- Macías Alcivar, M. E., & Jarre Castro, C. M. (2022). Potencialidades de los residuos de Poliestireno Expandido para la elaboración de bloques huecos de hormigón. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS - ISSN 2806-5794.*, 4(3), 205–222. <http://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/188>
- Medina, E.J. (2022). *Evaluación de bloques de concreto adicionando poliestireno, Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/223>
- Mejía, J.E. (2021). *Evaluación del Concreto Adicionando Ceniza de tallo y Espiga de Cebada para Reducir el Porcentaje de Cemento*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/165>
- Mendoza, A.I., y Rodriguez, R.R. (2021). *Propuesta de un sistema constructivo en base a paneles estructurales no convencionales para viviendas unifamiliares en el caserío de Chuapalca, distrito de Tarata, provincia de Tarata en la región de Tacna – Perú*. [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/11577>
- Ministerio del Ambiente. (2021, 20 de diciembre). *A partir de hoy queda prohibido usar y comercializar Tecnopor a nivel nacional*. MINAM. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/571488-a-partir-de-hoy-queda-prohibido-usar-y-comercializar-tecnopor-a-nivel-nacional>
- Montenegro, R.A., López, G.L., García, M.A., Vílchez, S.E., Muñoz, J.C. (2020). *Consideraciones de diseño para el uso de elementos prefabricados de concreto armado para estructuras de edificios*. [Trabajo de investigación para obtener el grado académico de bachiller en ciencias con mención en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18782>
- Muciño, A. y Santa, P. (2017). *Práctica 9. Diseño de mezclas de concreto*. Universidad Nacional Autónoma de México. [http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/05/180515\\_Practica9\\_W\\_LMSE.pdf](http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/05/180515_Practica9_W_LMSE.pdf)

- Ojeda, A. (2019). *Impacto económico del uso de poliestireno expandido (EPS) para la construcción de muros en Vivienda de Interés Prioritario (VIP) del municipio de Girardot – Cundinamarca*. [Trabajo de grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios. Girardot-Colombia]. <https://hdl.handle.net/10656/12075>
- Olarte, Z. (2017). *Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes].
- Oshiro, D.N.P., y Tello, J.M. (2020). *Diseño de concreto ligero con aplicación de nanopartículas de plástico y corcho para mejorar la resistencia de compresión, Tarapoto 2020*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/51337>
- Ossa, A. (2009). *Comportamiento Mecánico del Poliestireno Expandido (EPS) bajo carga de Compresión*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Prasittisopin, L., Termkhajornkit, P., & Kim, Y. H. (2022). Review of concrete with expanded polystyrene (EPS): Performance and environmental aspects. *Journal of Cleaner Production*, 132919. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132919>
- Priya, S. N., & Sivakumar, C. G. (2021). Experimental Investigation of the Properties of Light Weight Concrete Wall Panels. *International Journal of Mechanical Engineering*, 6(3), 401-405. [https://kalaharijournals.com/resources/IJME2021Dec21-40/DEC\\_31.pdf](https://kalaharijournals.com/resources/IJME2021Dec21-40/DEC_31.pdf)
- Priyanka, E., Sathyan, D., & Mini, K. M. (2021). Functional and strength characteristics of EPS beads incorporated foam concrete wall panels. *Materials Today: Proceedings*, 46, 5167-5170. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.592>
- Quintero, G.A., y Guerrero, N.S. (2020). *Comportamiento y diseño de elementos estructurales prefabricados en concreto*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña – Colombia]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/2714>
- Rivva, E. (2016). *Control del Concreto en Obra*. Instituto de la Construcción y de la Gerencia.
- Rodríguez, L. E, y Linero, D. (2012). Modelación numérica del concreto simple con elementos finitos mediante la teoría de la plasticidad y la función de fluencia de Hu y Schnobrich. *Revista Ingeniería de Construcción*. 27(3), 129-144. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732012000300002>

- Rodríguez, L.E. (2011). *Modelación numérica del concreto simple con elementos finitos usando un modelo constitutivo de Plasticidad*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7780>
- Salcedo Vera, B.A. (2020). *Fabricación de un panel para tumbado a partir de poliestireno reciclado para vivienda de interés social en el sector del suroeste de la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de grado previo a la obtención del título de Arquitecto, Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Ecuador]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3782>
- Sánchez, J.F. (2010). *Paneles prefabricados de Hormigón en fachadas*. [Tesis de maestría, Escuela técnica superior de Ingenieros de caminos, canales y puentes de Madrid].
- Shelton, J. J., Izazs, M., Daniel, C., & Solomon, A. A. (2022). Axial Compression Behaviour Analysis of Insulated Concrete Form (ICF) Wall Panel with Fibre Cement Board. In *Materials Science Forum*, 1048(1), 387-395. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1048.387>
- Solomon, A. Hemalatha, G., Sudheer, G., Shelton, J., & Carmichael, J. (2022). Exploring the impact of EPS incorporation on insulated concrete form (ICF) wall panels under axial compression and flexure. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.04.002>
- Solomon, A. A., & Hemalatha, G. (2020). Characteristics of expanded polystyrene (EPS) and its impact on mechanical and thermal performance of insulated concrete form (ICF) system. In *Structures*, 23(1), pp. 204-213. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2019.10.019>
- Souza, T. B., Lima, V. M., Araújo, F. W., Miranda, L. F., & Neto, A. A. M. (2021). Alkali-activated slag cellular concrete with expanded polystyrene (EPS)–physical, mechanical, and mineralogical properties. *Journal of Building Engineering*, 44, 103387. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103387>
- TCNA. (2022). *El mortero adhesivo*. The Council of North America, inc. <https://www.tcnatile.com/preguntas-frecuentes/151-mortero-adhesivo.html#:~:text=El%20mortero%20adhesivo%20en%20capa,permite%20hidratar%20correctamente%20al%20cemento.>
- Trejos, C.C., y Suarez, D. (2019). *Diseño de mezcla de concreto con poliestireno expandido como aditivo para aligerar el peso de las probetas y mejorar su*

- resistencia a la compresión*. [Tesis de grado, Universidad Libre Seccional Pereira]. <https://hdl.handle.net/10901/22478>
- Trinidad, K.V. (2020). *Elaboración de bloques de concreto liviano adicionándole poliestireno reciclado para uso no estructural*, Lima 2019. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/52666>
- Vásquez, A.Y. (2019). *Concreto autocurable  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, reemplazando un porcentaje de agregado grueso con traquita*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Xella. (2017). *Sistema constructivo Block Hebel® para muros de mampostería confinada*. YUMPU. <https://www.yumpu.com/es/document/read/59502173/sistema-constructivo-block-hebelr-para-muros-de-mamposteria-confinada>
- Yousefi, A. A. (2021). Compressive behavior and thermal conductivity-density correlation of expanded polystyrene thermal insulators. *Iranian Polymer Journal*, 30(8), 849-854. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13726-021-00937-6>

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### *Anexo A. Matriz de consistencia*

**Tesis:** Incidencia del poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería pre fabricada con unión LEGO, utilizando concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , según norma E.070, Chota, 2019

**Tesista:** Rossemary Benavides Galvez

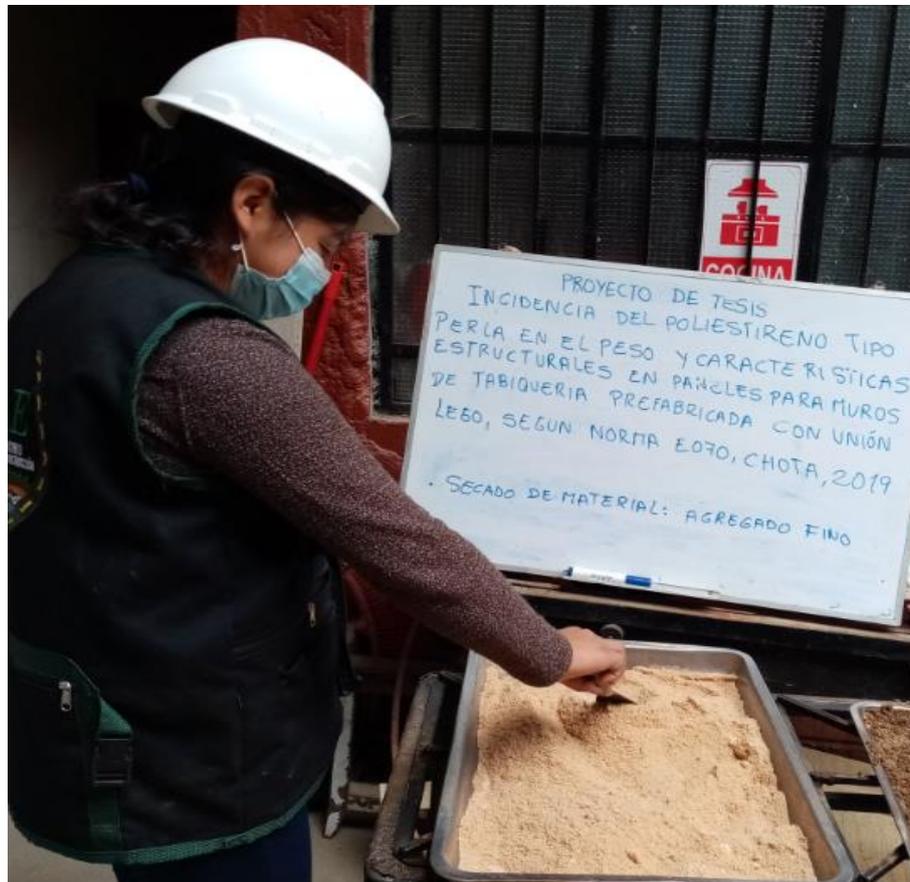
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera incide el uso de poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, utilizando concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ según norma E070?	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar la incidencia del poliestireno tipo perla en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada, utilizando concreto <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math> con unión LEGO, según norma E070 (MVCS, 2006).</p>	El uso de poliestireno tipo perla incide en las características estructurales de paneles para muros de tabiquería prefabricada con unión LEGO, utilizando concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ según norma E070 (si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños)	VI	Características del poliestireno	Densidad	Enfoque: Cuantitativo Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Correlacional Diseño de investigación: Correlacional Muestra: 36 probetas cilíndricas de concreto con 0%, 15%, 20% y 25 de perlas de poliestireno respecto al volumen del concreto, con el que se determinó la dosificación adecuada para elaborar 12 paneles de concreto con unión tipo LEGO, con el que se fabricaron tres muretes que fueron ensayados a corte diagonal.
	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterizar los agregados utilizados en la preparación del concreto base <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math>.</li> <li>- Determinar la resistencia a compresión del concreto <math>f'c = 175 \text{ kg/cm}^2</math> con adición de 0%, 15%, 20% y 25% de perlas de poliestireno, en volumen.</li> <li>- Determinar la resistencia al corte diagonal de los paneles de concreto con unión LEGO, de dimensiones <math>0.50 \times 0.50 \times 0.10 \text{ m}</math>, elaborados con la dosificación más adecuada de perlas de poliestireno, en volumen.</li> </ul>		VD	Propiedades físicas del agregado fino	Tamaño Humedad Módulo de finura Peso específico y absorción Peso unitario suelto y compactado Humedad TMN Peso específico y absorción Peso unitario suelto y compactado	
			Características estructurales de paneles de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería pre fabricada con unión LEGO	Propiedades físico mecánicas del agregado grueso Diseño de mezclas $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ Técnicamente Costo de paneles de concreto	Abrasión Cemento Arena Grava Agua Poliestireno Slump Resistencia a compresión Resistencia al corte en muretes Mano de obra Materiales Equipos y/o herramientas	

## Anexo B. Panel fotográfico

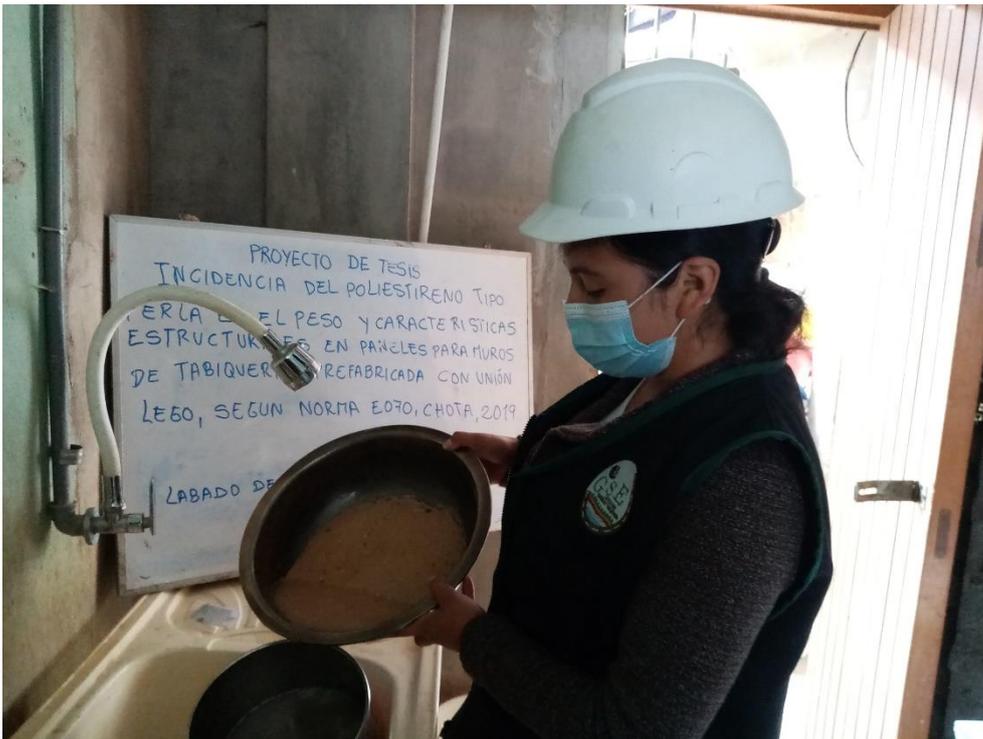
Fotografía 1. Agregados locales



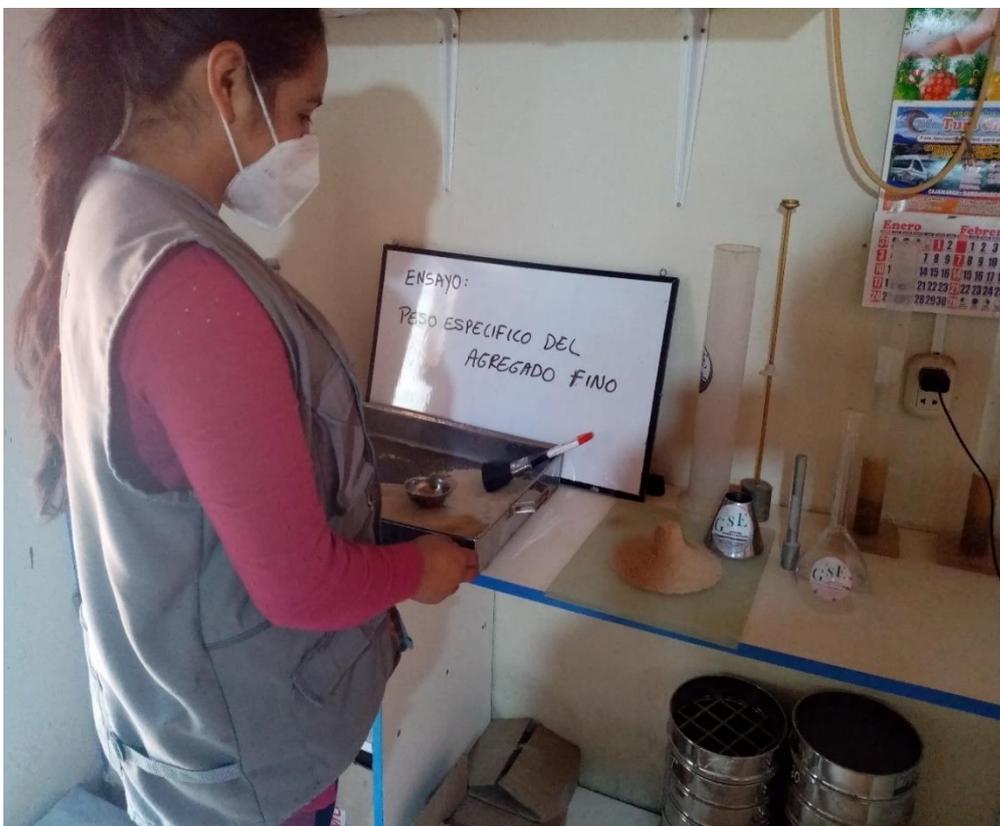
Fotografía 2. Ensayo de humedad del agregado fino



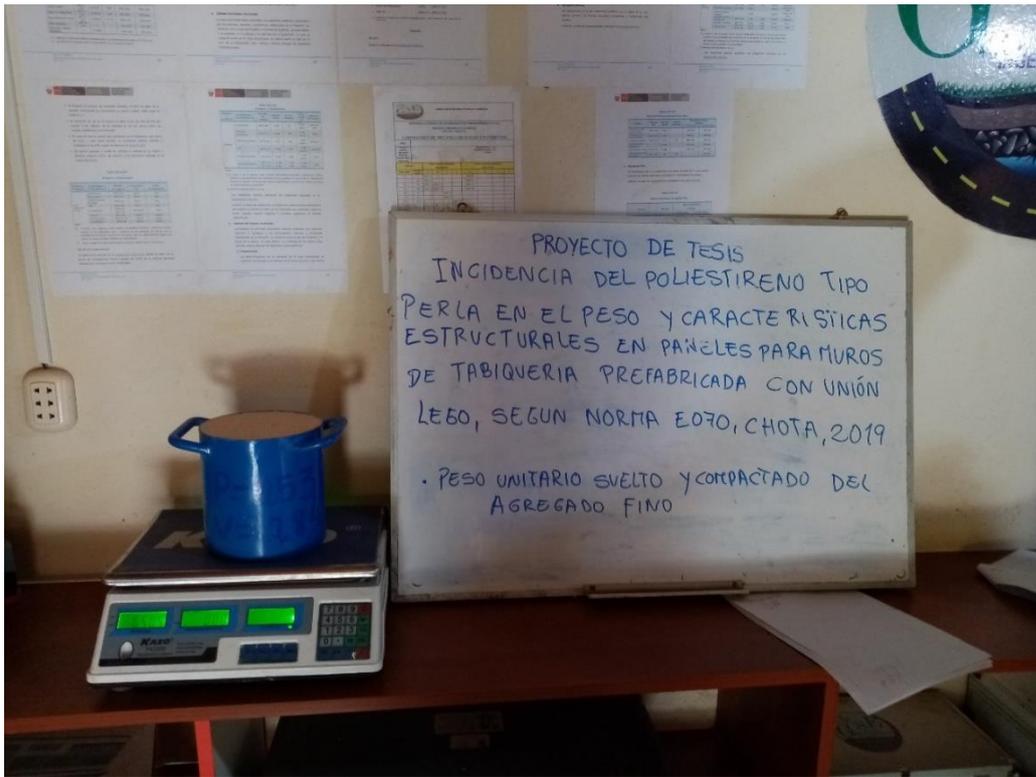
Fotografía 3. Ensayo de granulometría del agregado fino



Fotografía 4. Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino



Fotografía 5. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino



Fotografía 7. Ensayo de granulometría del agregado grueso



Fotografía 9. Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso



Fotografía 10. Elaboración de probetas de concreto



Nota:

Fotografía 11. Curado de probetas de concreto



Fotografía 12. Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto



Fotografía 13. Elaboración de paneles de concreto con 25% EPS



Fotografía 14. Elaboración de muretes de paneles de concreto con 25% EPS



Fotografía 15. Ensayo en muretes de paneles de concreto con 25% EPS



**Anexo C. Tablas del ACI 211.1**

**Tabla 44**

*Porcentaje de Aire Atrapado*

<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
Máximo de A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20

**Tabla 45**

*Cantidad Aproximada de Agua para Amasado para Concreto sin Aire Incorporado*

SLUMP	Tamaño Máximo de Agregado					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154
3" a 4"	228	216	205	193	181	169
6" a 7"	243	228	216	202	190	178

**Tabla 46**

*Relación Agua/Cemento versus Resistencia del Concreto*

<b>f'c a 28 días (kg/cm2)</b>	<b>Relación Agua/Cemento en peso Sin Aire Incorporado</b>
450	0.38
400	0.43
350	0.48
300	0.55
250	0.62
200	0.70
150	0.80

**Tabla 47**

*Volumen de Agregado Grueso Compactado*

Tamaño Máximo de Agregado	Módulo de Fineza de la Arena				
	2.40	1.92	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.50	0.540	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.630	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.700	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.750	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.800	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.820	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.850	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.910	0.85	0.83	0.81

## *Anexo D. Costos unitarios*

### *D.1. Costo del poliestireno*

**Tabla 48**

*Costo Estimado de 1 kg de Perlas de Poliestireno*

Descripción del recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Perlas de poliestireno	kg	10.00	18.00	180.00
Flete	Bls	1.00	20.00	20.00
				Precio por 10 kg de poliestireno
				200.00
				Precio por 1 kg de poliestireno
				20.00

### *D. 2. Dosificación de materiales para 1 panel*

La cantidad de materiales para 1 panel de concreto de dimensiones de 0.5 x 0.5 x 0.1 m, ya ha sido determinado como parte del diseño de mezclas, siendo este:

**Tabla 49**

*Dosificación de Materiales para 1 Panel*

Dosificación	Para 1 panel de 0.50 x 0.50 x 0.10 m según porcentaje de perlas de poliestireno			
	0%	15%	20%	25%
Cemento (bls de 42.5 kg)	0.180	0.157	0.150	0.144
AF (m3)	0.009	0.007	0.007	0.007
AG (m3)	0.009	0.008	0.008	0.007
Agua (lts)	4.550	3.957	3.792	3.640
Perlas de poliestireno (Bls de 10 kg)	0.000	0.003	0.004	0.005

### D. 3. Costo de producción de 1 panel

**Tabla 50**

#### Costo Unitario de 1 Panel Sin Poliestireno

<b>Rendimiento</b>	und/día	300	EQ	300	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Operario	hh	1	0.027	20.19	0.538
Peón	hh	1	0.027	14.91	0.398
					<b>0.936</b>
<i>Materiales</i>					
Cemento	bol		0.18000	24.50	4.410
Agregado fino	m3		0.00853	80.00	0.682
Agregado grueso	m3		0.00914	80.00	0.731
Agua (lts)	m3		4.55000	0.01	0.023
Poliestireno	kg		0.00000	20.00	0.000
					<b>5.846</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		3.00	0.94	0.028
Moldes	hm	0.1	0.003	50	0.133
					<b>0.161</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>6.94</b>

**Tabla 51**

#### Costo Unitario de 1 Panel con 15% de Poliestireno

<b>Rendimiento</b>	und/día	300	EQ	300	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Operario	hh	1	0.027	20.19	0.538
Peón	hh	1	0.027	14.91	0.398
					<b>0.936</b>
<i>Materiales</i>					
Cemento	bol		0.15652	24.50	3.835
Agregado fino	m3		0.00741	80.00	0.593
Agregado grueso	m3		0.00795	80.00	0.636
Agua	m3		3.95652	0.01	0.020
Poliestireno	kg		0.00326	20.00	0.065
					<b>5.149</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		5.00	0.936	0.047
Molde	hm	0.1	0.003	50	0.133
					<b>0.180</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>6.26</b>

**Tabla 52***Costo Unitario de 1 Panel con 20% de Poliestireno*

<b>Rendimiento</b>	und/día	300	EQ	300	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Operario	hh	1	0.027	20.19	0.538
Peón	hh	1	0.027	14.91	0.398
					<b>0.936</b>
<i>Materiales</i>					
Cemento	bol		0.15000	24.50	3.675
Agregado fino	m3		0.00711	80.00	0.568
Agregado grueso	m3		0.00761	80.00	0.609
Agua	m3		3.79167	0.01	0.019
Poliestireno	kg		0.00417	20.00	0.083
					<b>4.955</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		5.00	0.936	0.047
Molde	hm	0.1	0.003	50	0.133
					<b>0.180</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>6.07</b>

**Tabla 53***Costo Unitario de 1 Panel con 25% de Poliestireno*

<b>Rendimiento</b>	und/día	300	EQ	300	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Operario	hh	1	0.027	20.19	0.538
Peón	hh	1	0.027	14.91	0.398
					<b>0.936</b>
<i>Materiales</i>					
Cemento	bol		0.14400	24.50	3.528
Agregado fino	m3		0.00682	80.00	0.546
Agregado grueso	m3		0.00731	80.00	0.585
Agua	m3		3.64000	0.01	0.018
Poliestireno	kg		0.00500	20.00	0.100
					<b>4.777</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		5.00	0.936	0.047
Molde	hm	0.1	0.003	50	0.133
					<b>0.180</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>5.89</b>

**D. 3. Cantidad de materiales para 1m2 de muro**

(\*) Para 1 pared de 1 m x 1 m, utilizando paneles de concreto con unión tipo LEGO, de dimensiones 50 cm de largo, 10 cm de ancho y 50 cm de alto, con aparejo en soga, y junta de 1.50 cm. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{1m^2}{(b + j) \times (h + j)} = \frac{1}{(0.24 + 0.015) \times (0.9 + 0.015)} \times 10000 = 4 \text{ paneles}$$

Donde, CP es la cantidad de paneles, b es la base del panel, h es la altura del panel, y j es el espesor de junta. Dando un total de 4 paneles para 1 m<sup>2</sup> de pared.

(\*) Para 1 pared de 1 m x 1 m, utilizando ladrillo King Kong de 18 huecos, de dimensiones 24 cm de largo, 13 cm de ancho y 9 cm de alto, con aparejo en soga, y junta de 1.50 cm. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$CL = \frac{1m^2}{(b + j) \times (h + j)} = \frac{1}{(0.24 + 0.015) \times (0.9 + 0.015)} \times 10000 = 37.35 \text{ lad}$$

Donde, CL es la cantidad de ladrillos, b es la base del ladrillo, a es el ancho del ladrillo, h es la altura del ladrillo y j es el espesor de junta. Dando un total de 37.35 ladrillos para 1 m<sup>2</sup> de pared.

### ***D. 3. Costo de construcción de 1 m<sup>2</sup> de muro, (rendimientos de CAPECO)***

Para las partidas de estimación del costo unitario de construcción de 1m<sup>2</sup> de muro, se ha utilizado por un lado paneles de concreto con unión tipo LEGO, con adición de 0%, 15%, 20% y 25% de poliestireno, estos paneles por su ensamblaje no requieren mortero de asentado, por tanto se a eliminado dichos materiales, pero si necesita un adhesivo químico, el cual se considera en el presente ACU; mientras que, para la construcción de 1m<sup>2</sup> de muro, utilizando el ladrillo kk de 18 huecos en aparejo de soga, si se requiere el uso de mortero, por lo que se ha considerado cemento, arena y agua, en cantidades y rendimientos dados en el compendio de CAPECO.

**Tabla 54***Costo de Construcción de 1 m2 de Muro de Paneles sin Poliestireno*

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46	EQ	9.46	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Capataz	hh	0.1	0.08	10.00	0.846
Operario	hh	1	0.85	20.19	17.074
Peón	hh	0.5	0.42	14.91	6.304
					<b>24.224</b>
<i>Materiales</i>					
Clavos de 3"	kg		0.022	6.50	0.143
Alambre negro recocido N° 8	kg		0.020	4.31	0.086
Adhesivo Sikadur ® -32 Gel	kg		0.050	95.00	4.750
Paneles de 50x50x 10 cm	pz.		4.000	6.94	27.773
					<b>32.753</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		3.00	24.22	0.727
Andamio metálico	día	0.5	0.42	10.170	0.043
					<b>0.770</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>57.75</b>

**Tabla 55***Costo de Construcción de 1 m2 de Muro de Paneles con 15% de Poliestireno*

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46	EQ	9.46	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Capataz	hh	0.1	0.08	10.00	0.846
Operario	hh	1	0.85	20.19	17.074
Peón	hh	0.5	0.42	14.91	6.304
					<b>24.224</b>
<i>Materiales</i>					
Clavos de 3"	kg		0.022	6.50	0.143
Alambre negro recocido N° 8	kg		0.020	4.31	0.086
Adhesivo Sikadur ® -32 Gel	kg		0.050	95.00	4.750
Paneles de 50x50x 10 cm	pz.		4.000	6.26	25.059
					<b>30.039</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		3	24.224	0.727
Andamio metálico	día	0.5	0.42	10.170	0.043
					<b>0.770</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>55.03</b>

**Tabla 56***Costo de Construcción de 1 m2 de Muro de Paneles con 20% de Poliestireno*

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46	EQ	9.46	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Capataz	hh	0.1	0.08	10.00	0.846
Operario	hh	1	0.85	20.19	17.074
Peón	hh	0.5	0.42	14.91	6.304
					<b>24.224</b>
<i>Materiales</i>					
Clavos de 3"	kg		0.022	6.50	0.143
Alambre negro recocido N° 8	kg		0.020	4.31	0.086
Adhesivo Sikadur ® -32 Gel	kg		0.050	95.00	4.750
Paneles de 50x50x 10 cm	pz.		4.000	6.07	24.285
					<b>29.264</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		3	24.224	0.727
Andamio metálico	día	0.5	0.42	10.170	0.043
					<b>0.770</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>54.26</b>

**Tabla 57***Costo de Construcción de 1 m2 de Muro de Paneles con 25% de Poliestireno*

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46	EQ	9.46	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Capataz	hh	0.1	0.08	10.00	0.846
Operario	hh	1	0.85	20.19	17.074
Peón	hh	0.5	0.42	14.91	6.304
					<b>24.224</b>
<i>Materiales</i>					
Clavos de 3"	kg		0.022	6.50	0.143
Alambre negro recocido N° 8	kg		0.020	4.31	0.086
Adhesivo Sikadur ® -32 Gel	kg		0.050	95.00	4.750
Paneles de 50x50x 10 cm	pz.		4.000	5.89	23.572
					<b>28.551</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		3	24.224	0.727
Andamio metálico	día	0.5	0.42	10.170	0.043
					<b>0.770</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>53.54</b>

**Tabla 58***Costo de Construcción de 1 m2 de Muro con Ladrillos King Kong*

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46	EQ	9.46	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Capataz	hh	0.1	0.08	10.00	0.846
Operario	hh	1	0.85	20.19	17.074
Peón	hh	0.5	0.42	14.91	6.304
					<b>24.224</b>
<i>Materiales</i>					
Clavos de 3"	kg		0.022	6.50	0.143
Alambre negro recocido N° 8	kg		0.020	4.31	0.086
Cemento Portland tipo 1	bls		0.218	24.50	5.341
Arena gruesa (puesta en obra)	m3		0.031	80.00	2.480
Ladrillo 24x14x9cm	pz.		37.348	1.04	38.842
Agua	m3		0.075	5.00	0.375
					<b>47.267</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		3	24.224	0.727
Andamio metálico	día	0.5	0.42	10.170	0.043
					<b>0.727</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>72.22</b>

**D. 4. Comparación económica**

Si se compara el precio de fabricación de los paneles de 0.5x0.5x0.10 m con unión tipo LEGO con perlas de poliestireno, con el precio de los ladrillos kk de 18 huecos comerciales, el primero tiene un mayor costo de adquisición, pero al ser utilizado en un muro el costo de construcción es mucho menor al del muro de ladrillo convencional.

**Tabla 59***Costo Unitario de la Elaboración de Paneles con Perlas de Poliestireno*

<b>Costo unitario</b>	<b>Precio en soles</b>
Costo unitario de 1 panel sin poliestireno	6.943
Costo unitario de 1 panel con 10% de poliestireno	6.265
Costo unitario de 1 panel con 20% de poliestireno	6.071
Costo unitario de 1 panel con 25% de poliestireno	5.893
Costo unitario de 1 ladrillo KK 18 huecos comercial	1.038

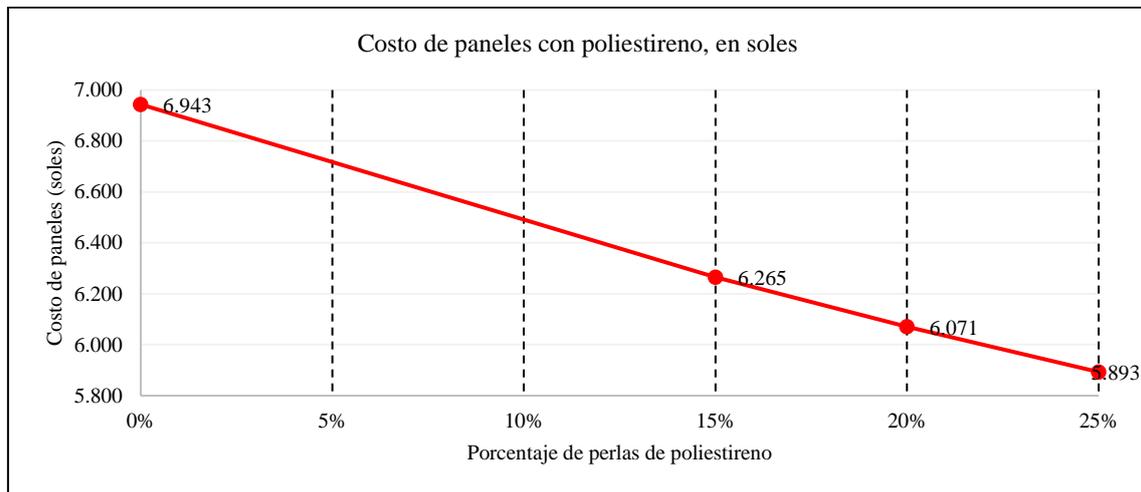
**Tabla 60**

*Costo Unitario de la Construcción de 1m2 de Muro con Paneles de Conceto, con Unión Tipo LEGO, y Adicionando Perlas de Poliestireno*

	Precio en soles
Costo de construcción de 1 m2 de muro con paneles sin poliestireno	57.75
Costo de construcción de 1 m2 de muro con paneles con 10% de poliestireno	55.03
Costo de construcción de 1 m2 de muro con paneles con 20% de poliestireno	54.26
Costo de construcción de 1 m2 de muro con paneles con 25% de poliestireno	53.54
Costo de construcción de 1 m2 de muro de ladrillo	72.22

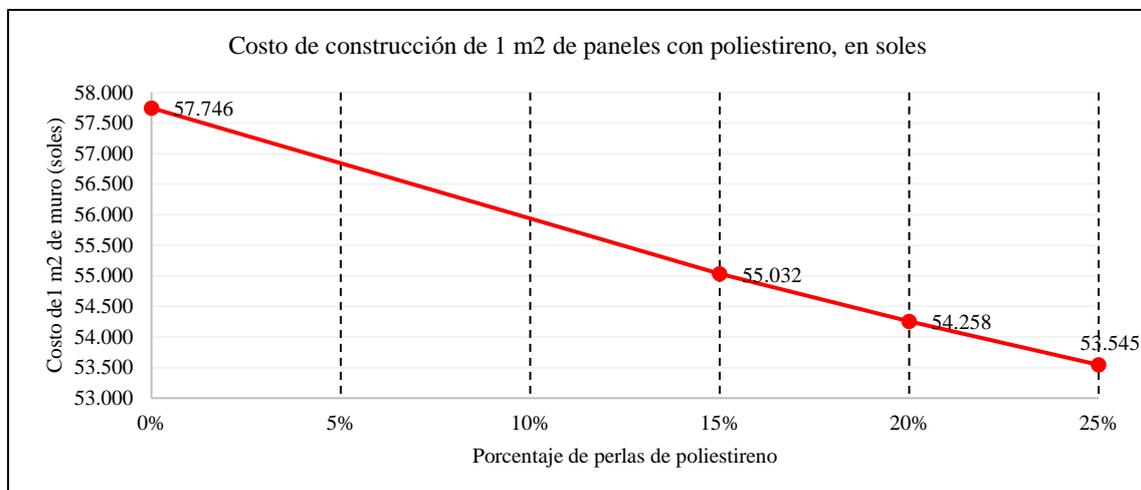
**Figura 41**

*Costo de Paneles con Poliestireno*



**Figura 42**

*Costo de Construcción de 1 m2 de Paneles con Poliestireno*



*Anexo E. Fichas técnicas*

# CEMENTO TIPO I

## “ESTRUCTURAL”



### DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland Tipo I.** Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.

### USOS

- Cemento de uso general.

### ATRIBUTOS

**Diseño supera los requisitos de la normas nacionales**

**Altas resistencias a todas las edades**

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

### RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.

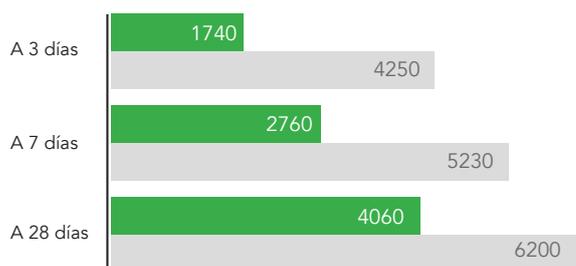


Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**Resistencia a la compresión (PSI)**

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C150

# Cemento Portland tipo I

## Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

### Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO <sub>3</sub> (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.1
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

### Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	2600 mín.	3810
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.12
Densidad (g/mL)	<b>A</b>	3.12
Resistencia a la compresión mín, (MPa)		
1 día	<b>A</b>	15.8
3 días	12.0	30.3
7 días	19.0	37.0
28 días <sup>(1)</sup>	28.0	42.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	110
Final, no mayor que:	375	238

**A** No especifica.

(1) Requisito opcional.

### VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.



## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

NOMBRE COMERCIAL	PERLA ETSAPOL
FORMA	Esférica
COLOR	Blanco
GRANULOMETRÍA	De 3 a 7 mm
PRESENTACIÓN	Bolsa de 10 kilos

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DENSIDAD APARENTE (PRUEBA ASTM 1622)	10 kg/m <sup>3</sup> (+/- 10%)
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A +10°C	43 w/m-k
COLOR	Blanco
AUTOEXTINGIBLE	Tipo F
POSIBILIDAD DE SERVIR DE ALIMENTO PARA MICROORGANISMOS, ROEDORES, INSECTOS	Nula, no es sustrato nutritivo para ninguno de ellos

**ETSAPOL®**

**WWW.ETSAPERU.COM.PE**

Calle San Carlos N°198 Urb. Santa Marta - Ate, Lima - Perú

(01) 351 5219 / (01) 351 7521/ (01) 351 0314



**ETSA PERU**  
Líder en TECNOPOR

## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sikadur<sup>®</sup>-32 Gel

## PUENTE DE ADHERENCIA

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

## USOS

Sikadur<sup>®</sup>-32 Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibra cemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

## CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de aplicar
- Libre de solventes
- No es afectado por la humedad
- Altamente efectivo, aun en superficies húmedas
- Trabajable a bajas temperaturas
- Alta resistencia a tracción

## CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple la norma ASTM C-881 Standard Especification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete. Está certificado como producto no tóxico por el Instituto de Salud Pública de Chile.

## INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Juego de 1 kg. Juego de 5 kg.
<b>Color</b>	Líquido denso color gris (Mezcla A+B)
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto puede ser almacenado en su envase original cerrado, sin deterioro en un lugar fresco, seco y bajo techo durante dos años a una temperatura entre 5°C y 30°C. Acondicione el material a 18°C a 30°C antes de usar.
<b>Densidad</b>	1,6 kg/dm <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Resistencia a la Compresión</b>	1 Día	75 MPa	(ASTM D 695)
	10 Días	90 MPa	
<b>Resistencia a Flexión</b>	10 Días	34 MPa	(ASTM C580)

<b>Resistencia a la Tensión</b>	14.050 kgf	
<b>Resistencia a la Adherencia</b>	> 13 MPa	(ASTM C 882)

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Proporción de la Mezcla</b>	A :B = 2 :1 (en peso)	
<b>Consumo</b>	El consumo aproximado es de 0.3 a 0.5 kg/m <sup>2</sup> , dependiendo de la rugosidad y temperatura de la superficie.	
<b>Duración de la Mezcla</b>	25 minutos	

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

#### CONCRETO

Al momento de aplicar Sikadur®-32 Gel el concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

#### Metales

Deben encontrarse limpios, sin óxido, grasa, aceite, pintura, entre otros. Se recomienda un tratamiento con chorro de arena a metal blanco o en su defecto utilizar métodos térmicos o físicos químicos.

#### MEZCLADO

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar el aire atrapado. En caso que el volumen a utilizar sea inferior al entregado en los envases, se pueden subdividir los componentes respetando en forma rigurosa las proporciones indicadas en Datos Técnicos.

#### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

La colocación de Sikadur®-32 Gel se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha. El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el Sikadur®-32 Gel. En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).



*Anexo F. Resultado de ensayos de laboratorio*

## F.1. Análisis de agregados



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS  
ASTM C136

Código	AE-FO-63
Versión	01
Fecha	07-05-2018
Página	1 de 1

Tesis : "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM<sup>2</sup>, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Solicitante : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Muestreado por : SOLICITANTE

Atención : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Ensayado por : G.R.R

Ubicación de Proyecto : Ubicación de Proyecto Fecha de Ensayo : 7/02/2021

Material : AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : CANTERA CUYUMALCA - CUYUMALCA

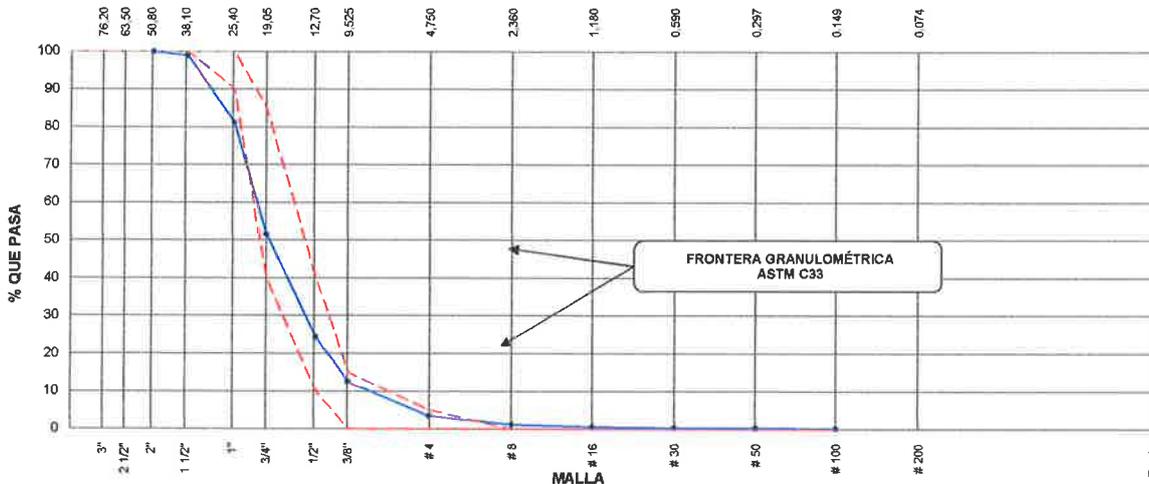
N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 56

Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm			100.00	100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm	409.0	1.06	98.94	100.00	100.00
1"	25.00 mm	6837.0	17.74	81.20	90.00	100.00
3/4"	19.00 mm	11431.0	29.65	51.55	40.00	85.00
1/2"	12.50 mm	10472.0	27.16	75.61	10.00	40.00
3/8"	9.50 mm	4555.0	11.82	87.43	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	3485.0	9.04	96.47	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	908.0	2.36	98.82	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	205.0	0.53	99.36	0.00	0.00
# 30	600 µm	88.0	0.23	99.58	0.00	0.00
# 50	300 µm	38.0	0.10	99.68	0.00	0.00
# 100	150 µm	41.0	0.11	99.79	0.00	0.00
Fondo	-	81.0	0.21	100.00	-	-
					MF	8.27
					TMN	N° 4

CURVA GRANULOMÉTRICA



GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Erlyn Clavo Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Nombre y firma:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

Nombre y firma:

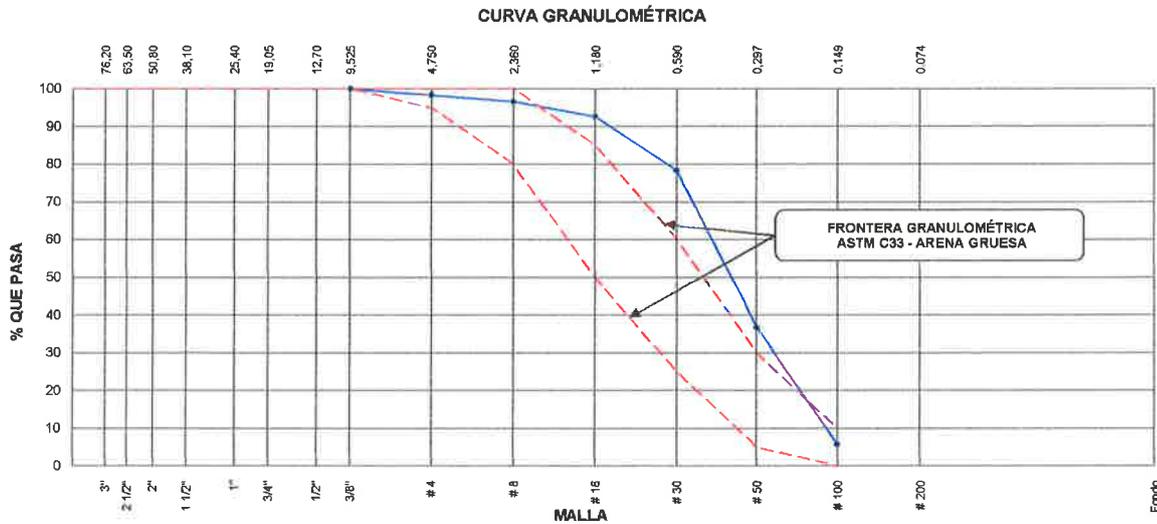
LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-63
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"  
 Solicitante : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Muestreado por : SOLICITANTE  
 Atención : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Ensayado por : G.R.R  
 Ubicación de Proyecto : Ubicación de Proyecto Fecha de Ensayo: 7/02/2021  
 Material : AGREGADO FINO PARA CONCRETO Turno: Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : CANTERA CONCHAN  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
3/8"	9.50 mm			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	16.0	1.70	1.70	98.30	100.00
# 8	2.36 mm	17.0	1.81	3.51	96.49	100.00
# 16	1.18 mm	37.0	3.94	7.45	92.55	85.00
# 30	600 µm	134.0	14.27	21.73	78.27	60.00
# 50	300 µm	391.0	41.64	63.37	36.63	30.00
# 100	150 µm	290.0	30.88	94.25	5.75	10.00
Fondo	-	54.0	5.75	100.00	0.00	-
					MF	1.92
					TMN	---



GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  <b>Erlin Clavo Rimarachin</b> LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:  <b>Geremias Rimarachin</b> GERENTE GENERAL	Nombre y firma:  <b>HENRY CLAVO CLAVO</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-56</b>
	<b>DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Tesis : "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Solicitante : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ      Muestreado por :      Solicitante

Atención : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ      Ensayado por :      G.R.R

Ubicación de Proyecto :      Fecha de Ensayo:      7/02/2021

Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67      Turno:      Diurno

Código de Muestra	: ---	Profundidad:	: ---
Procedencia	: CANTERA SURO - CUYUMALCA	Norte:	: ---
N° de Muestra	: ---	Este:	: ---
Progresiva	: ---	Cota:	: ---

**DATOS**

PI	P100	P400	U	ABRASION
5000.0	4667	3745	0.35	25

DETALLE	RESULTADO
Uniformidad	<b>0.35</b>
Abrasión	<b>25%</b>

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC**

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <b>Ertin Clavo Rimarachin</b>            LABORATORISTA SUCCESOR CONCRETO Y ASFALTO         </p>	<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <b>Geremias Rimarachin Rimarachin</b>            GERENTE GENERAL         </p>	<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <b>HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN</b>            INGENIERO CIVIL            Reg. CIP N° 77267         </p>

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-67</b>
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Tesis : "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Solicitante : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Muestreado por : SOLICITANTE

Atención : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Ensayado por : G.R.R

Ubicación del Proyecto : Fecha de Ensayo : 7/02/2021

Material : AGREGADO FINO Turno : Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : CANTERA CONCHAN

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

	IDENTIFICACIÓN	1		
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	110.0		
B	Peso Frasco + agua	652.0		
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	719.0		
D	Peso del Mat. Seco	108.5		
	Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)	2.524		2.524
	Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)	2.558		2.558
	Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)	2.600		2.600
	% Absorción = 100*((A-D)/D)	1.4		1.4

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC**

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <i>Erlin Clavo Rimarachin</i>            LABORATORISTA SUCCESOR CONCRETO Y ASFALTO         </p>	<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <i>Geremias Rimarachin</i>            GERENTE GENERAL         </p>	<p>Nombre y firma:</p>  <p style="text-align: center;">  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>  <i>HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN</i>            INGENIERO CIVIL            Reg. CIP N° 77267         </p>

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C-127-15</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Tesis : "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Solicitante : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Muestreado por : SOLICITANTE

Atención : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ Ensayado por : G.R.R

Ubicación de Proyecto : AGREGADO GRUESO Fecha de Ensayo: 7/02/2021

Material : AGREGADO GRUESO Turno: Diurno

Tipo de muestra : ---

Procedencia : CANTERA SURO - CUYUMALCA

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	2487.0	2488.0
2	Peso de la muestra sss sumergida	1474.0	1474.0
3	Peso de la muestra secada al horno	2470.0	2470.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.438	2.436	<b>2.437</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.455	2.454	<b>2.454</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.480	2.480	<b>2.480</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.69	0.7	<b>0.7</b>

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC**

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:   <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCION SAC</b> Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUCCESOR CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:   <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCION SAC</b> Geremias Rimarachin GERENTE GENERAL	Nombre y firma:   <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCION SAC</b> HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

### HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS (ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

**Obra :** INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM<sup>2</sup>, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

**Solicitante :** ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ **Realizado Por :** G.R.R

**Cantera :** CONCHAN **Ing. Responsable :** H.C.R

**Muestra :** M-1 **Fecha :** 07-02-21

### DATOS DE LA MUESTRA

**Material :** Arena Zarandeada (agregado fino) **Uso:** Agregado para concreto

**Ubicación de la Muestra:** Carretera a Tacabamba

**Tamaño Máximo:** 3/8"

### HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO

TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO	1300.00			<b>PROMEDIO</b>
TARRO + SUELO SECO	1263.00			
AGUA	37.00			
PESO DEL TARRO	0.00			
PESO DEL SUELO SECO	1263.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.93			2.93

**Cantera:** CUYUMALCA **Uso:** Agregado Para Concreto

M-1 **NºMuestra:** M-1

**Material:** Piedra Chancada (agregado grueso)

**Ubicación de la Muestra:** CUYUMALCA

**Tamaño Máximo:** 2"

### HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO

TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO	2000.00	1000.00		<b>PROMEDIO</b>
TARRO + SUELO SECO	1994.00	991.00		
AGUA	6.00	9.00		
PESO DEL TARRO	0.00	0.00		
PESO DEL SUELO SECO	1994.00	991.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.300	0.910		0.61

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Geremias Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

**LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (MTC E203)

Obra : INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERIA PREFABRICADA CON UNION LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGUN NORMA E070, CHOTA 2019"

Solicitante: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

Realizado Por : G.R.R

Cantera: CONCHAN

Ing. Responsable : H.C.R

Muestra: M-1

Fecha : 07-02-21

DATOS DE LA MUESTRA

Material: Arena Zarandeada (agregado fino)

Uso: Agregado para concreto

Ubicación de la Muestra : Carretera a Tacabamba

Tamaño Máximo: 3/8"

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO

Table with 5 columns: DESCRIPCION, UND., ENSAYOS (01, 02, 03). Rows include: NUMERO DE ENSAYOS, PESO DEL MATERIAL + MOLDE, PESO DEL MOLDE, PESO DEL MATERIAL SUELTO, VOLUMEN DE MOLDE, PESO UNITARIO SUELTO, and PROMEDIO (1,369 Kg/M³).

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

Table with 5 columns: DESCRIPCION, UND., ENSAYOS (01, 02, 03). Rows include: NUMERO DE ENSAYOS, PESO DEL MATERIAL + MOLDE, PESO DEL MOLDE, PESO DEL MATERIAL SUELTO, VOLUMEN DE MOLDE, PESO UNITARIO SUELTO, and PROMEDIO (1,603 Kg/M³).

OBSERVACIONES:

Five horizontal lines for recording observations.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Geremias Rimarachin Ramarachin GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

## PESOS UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (MTC E203)

**Obra :** INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM<sup>2</sup>, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

**Solicitante:** ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

**Realizado Por :** G.R.R

**Cantera:** EL SURO - CUYUMALCA

**Ing. Responsable :** H.C.R

**Muestra:** M-1

**Fecha :** 07-02-21

### DATOS DE LA MUESTRA

**Material:** Piedra Chancada (agregado grueso)

**Uso:** Agregado para concreto

**Ubicación de la Muestra** CUYUMALCA

**Tamaño Máximo:** 3/4"

#### PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	26805	26702	26822
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	20181	20078	20198
VOLUMEN DE MOLDE	cm <sup>3</sup>	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>	1.439	1.432	1.440
<b>PROMEDIO</b>		<b>1.437 Kg/M<sup>3</sup></b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	UND.	ENSAYOS		
		01	02	
NUMERO DE ENSAYOS		01	02	
PESO DEL MATERIAL + MOLDE	gr.	29025	29100	29098
PESO DEL MOLDE	gr.	6624	6624	6624
PESO DEL MATERIAL SUELTO	gr.	22401	22476	22474
VOLUMEN DE MOLDE	cm <sup>3</sup>	14022	14022	14022
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>	1598	1603	1603
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,601 Kg/M<sup>3</sup></b>		

#### OBSERVACIONES:

---



---



---



---



---



---

## F.2. Diseño de mezclas



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO $F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION



---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Tesis:** "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM<sup>2</sup>, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

**Cantera:** ARENA ZARANDEADA (CONCHAN) Y PIEDRA TRITURADA (SURO-CUYUMALCA) **Realizado Por :** G.R.R

**Material:** ARENA ZARANDEADA Y PIEDRA TRITURADA **Ing.Responsable:** H.C.R

**Estructura:** MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO **Fecha:** 7/02/2021

**Tam. Max :** 2"

Método de Diseño ACI - (Comité 211)

**DISEÑO DE CONCRETO F'c 175 Kg/cm<sup>2</sup>**

DATOS			VOLÚMENES ABSOLUTOS		
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>					
F'c (Diseño)	175	Kg./cm <sup>2</sup>	Cemento	0.097	m <sup>3</sup>
Seguridad		Kg./cm <sup>2</sup>	Agua	0.193	m <sup>3</sup>
Resistencia Requerida f'cr		Kg./cm <sup>2</sup>	Aire	0.015	m <sup>3</sup>
<b>CEMENTO PÓRTLAND</b>			E	0.379	m <sup>3</sup>
			Sub-Total	0.684	m <sup>3</sup>
<b>TIPO I</b>			<b>CONTENIDO DE AGREGADO FINO</b>		
PACASMAYO TIPO MS					
Peso Especifico	3.15		Volumen Absoluto Fino	0.316	m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO FINO</b>			Peso Fino Seco	809	Kg./m <sup>3</sup>
Peso Especifico	2.558	TN/m <sup>3</sup>	<b>VALORES DE DISEÑO</b>		
Peso Unitario Compactado	1.603	TN/m <sup>3</sup>	Cemento	306	Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suello	1.369	TN/m <sup>3</sup>	Agua	193	LT/m <sup>3</sup>
Absorción	1.40	%	Agregado Fino Seco	809	Kg./m <sup>3</sup>
Humedad	2.93	%	Agregado Grueso Seco	930	Kg./m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	1.92		Peso Total	2.237	Kg./m <sup>3</sup>
<b>AGREGADO GRUESO CHANCADO</b>			<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>		
Tam. Máx. Nominal	1"	25.40 mm			
Peso Especifico	2.454	TN/m <sup>3</sup>	Agregado Fino Húmedo	832	Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	1.603	TN/m <sup>3</sup>	Agregado Grueso Húmedo	935	Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suello	1.431	TN/m <sup>3</sup>	<b>HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS</b>		
Absorción	0.70	%			
Humedad	0.61	%	Agregado Fino	1.53	%
<b>ADITIVO PLASTIMENT TM 12</b>			Agregado Grueso	-0.1	%
Aporte de Aditivo Plastiment TM 12		%	<b>APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>		
Peso Especifico		g/ml			
<b>PROCESAMIENTO</b>			<b>PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3</b>		
Asentamiento	3"- 4"	pulg.	Cemento	306	Kg./m <sup>3</sup>
Volumen Unitario de Agua	193.0	LT/m <sup>3</sup>	Agua Efectiva	181	LT/m <sup>3</sup>
Contenido de Aire	1.50	%	Agregado Fino Húmedo	832	Kg./m <sup>3</sup>
Relación a/c Resistencia	0.63	a/c	Agregado Grueso Húmedo	935	Kg./m <sup>3</sup>
Factor Cemento	306	Kg./m <sup>3</sup>	Peso Total	2255	Kg./m <sup>3</sup>
Factor Cemento	7.19	Bolsa	<b>RESULTADOS FINALES</b>		
Contenido Agregado Grueso	0.58	Peso/m <sup>3</sup>	<b>PROPORCIÓN EN PESO PIE CUBICO</b>		
Peso Agregado Grueso	930	Kg./m <sup>3</sup>			

PROPORCIÓN EN PESO PIE CUBICO			
<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>
<b>1.00</b>	<b>2.72</b>	<b>3.06</b>	<b>0.59</b>

PROPORCIONES EN VOLUMEN PIE CUBICO			
<b>Cemento</b>	<b>Ag. Fino</b>	<b>Ag. Grueso</b>	<b>Agua</b>
<b>1.00</b>	<b>2.99</b>	<b>3.21</b>	<b>25.2</b>

PESO POR TANDA		
<b>Cemento</b>	42.5	Kg./Bolsa
<b>Agua Efectiva</b>	25.2	LT/Bolsa
<b>Agregado Fino</b>	115.7	Kg./Bolsa
<b>Agregado Grueso</b>	130.1	Kg./Bolsa

OBSERVACIONES:

### F.3. Ensayos en concreto



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (CONVENCIONAL)

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION

  
LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
HENRY DAVID CLAUDIO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 15-02-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO CONVENCIONAL** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

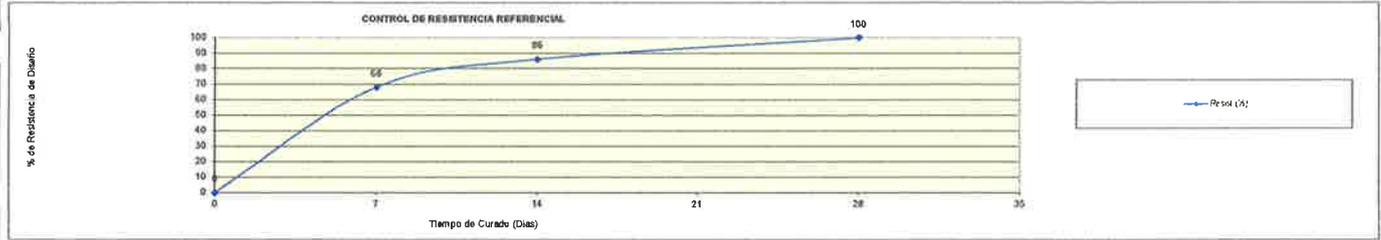
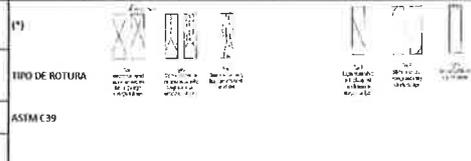
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Díámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(mm)	(mm)	(kg)		(KN)	(KG)	(mm <sup>2</sup> )	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
1	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	7	15-feb.-21	150.00	300.00	12919	6	307.56	31362	17671	177	175	101.4%
2	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	7	15-feb.-21	150.00	300.00	12057	6	303.43	30941	17671	175	175	100.1%
3	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	7	15-feb.-21	150.00	300.00	12065	5	310.50	31662	17671	179	175	102.4%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
**Erlin Clavo Rimarachin**  
 LABORATORISTA SUJECOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
**Geremias Rimarachin Rimarachin**  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
**HENRY DAVIL CLAVO RIMARACHIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº 7796



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 22-02-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO CONVENCIONAL** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

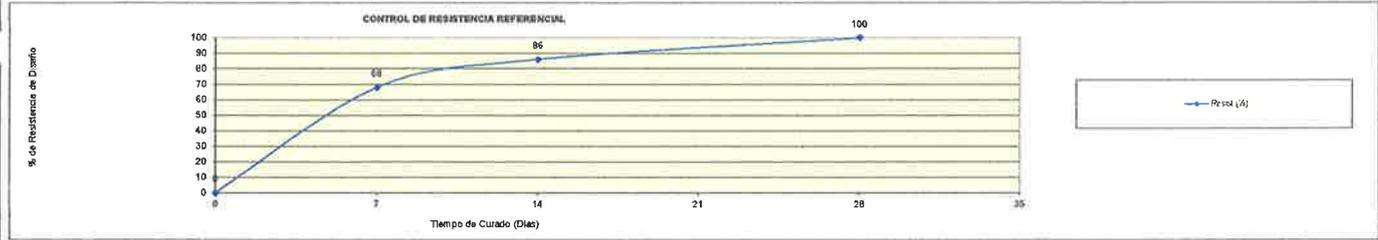
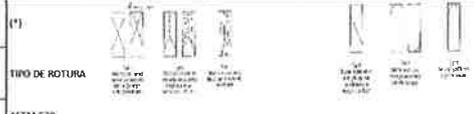
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Díámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(Días)		(mm)	(mm)	(kg)		(KN)	(KG)	(mm <sup>2</sup> )	Kg/Cm <sup>2</sup>	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(%)
1	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	14	22-feb.-21	150.00	300.00	12919	6	341.20	34792	17671	197	175	112.5%
2	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	14	22-feb.-21	150.00	300.00	12057	5	365.75	37296	17671	211	175	120.6%
3	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	14	22-feb.-21	150.00	300.00	12065	3	330.56	33707	17671	191	175	109.0%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Frim Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*MENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 RUP N° 77262



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 08-03-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO CONVENCIONAL** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

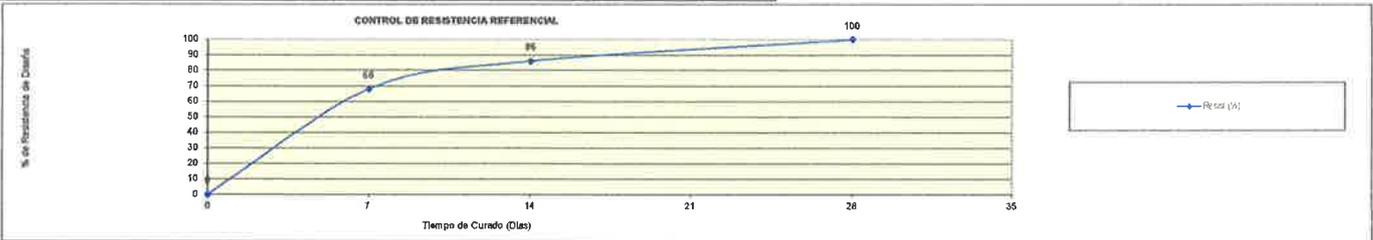
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Díámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(mm)	(mm)	(kg)		(KN)	(KG)	(mm2)	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
1	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	28	8-mar.-21	150.00	300.00	12919	6	419.48	42774	17671	242	175	138.3%
2	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	28	8-mar.-21	150.00	300.00	12057	5	409.30	41736	17671	236	175	135.0%
3	DISEÑO CONVENCIONAL	8-feb.-21	28	8-mar.-21	150.00	300.00	12065	4	436.50	44510	17671	252	175	143.9%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO)

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION



---

**DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.**  
**TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA**  
**RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)**



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 19-02-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Diámetro (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA (Kg/Cm2)	f'c (Kg/cm2)	f'c (%)
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	7	19-feb.-21	150.00	300.00	11798	6	169.50	17284	17671	98	175	55.9%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	7	19-feb.-21	150.00	300.00	12032	4	175.80	17926	17671	101	175	58.0%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

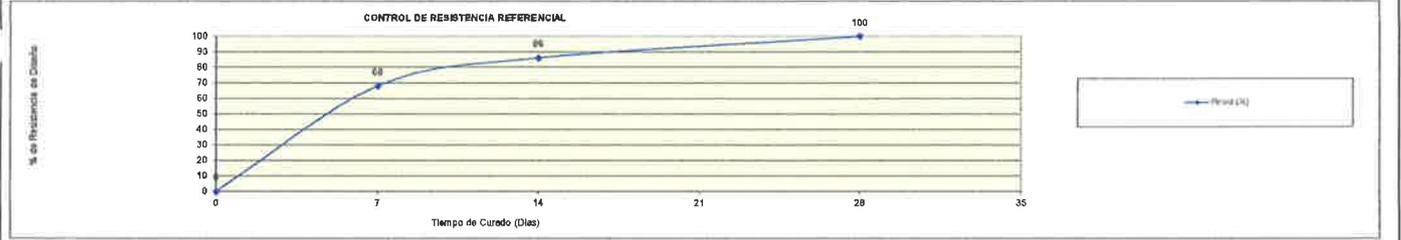
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(\*) TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Merry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 P.N.A. CIP N° 77262



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 26-02-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Diámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(mm)	(mm)	(kg)		(KN)	(KG)	(mm2)	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
1	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	14	26-feb.-21	150.00	300.00	11772	3	191.40	19517	17671	110	175	63.1%
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	14	26-feb.-21	150.00	300.00	11992	5	231.78	23635	17671	134	175	76.4%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	14	26-feb.-21	150.00	300.00	11852	6	235.60	24024	17671	136	175	77.7%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limitó a realizar la rotura del testigo.

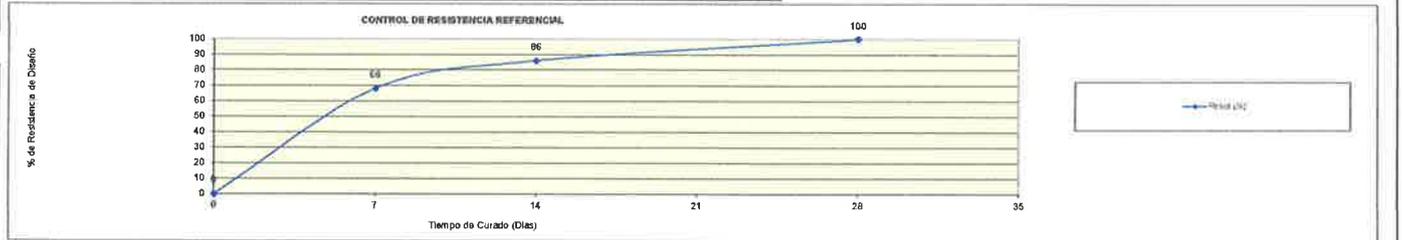
La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(\*) TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*MERY DAVID DAVID RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 14° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 12-03-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Diámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f'c (Kg/cm2)	f'c (%)
					(mm)	(mm)	(kg)		(KN)	(KG)	(mm2)	(Kg/Cm2)		
1	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	28	12-mar.-21	150.00	300.00	11778	5	235.46	24010	17671	136	175	77.6%
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	28	12-mar.-21	150.00	300.00	12086	6	240.93	24568	17671	139	175	79.4%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 15% DE POLIESTIRENO	12-feb.-21	28	12-mar.-21	150.00	300.00	12356	5	236.50	24116	17671	136	175	78.0%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

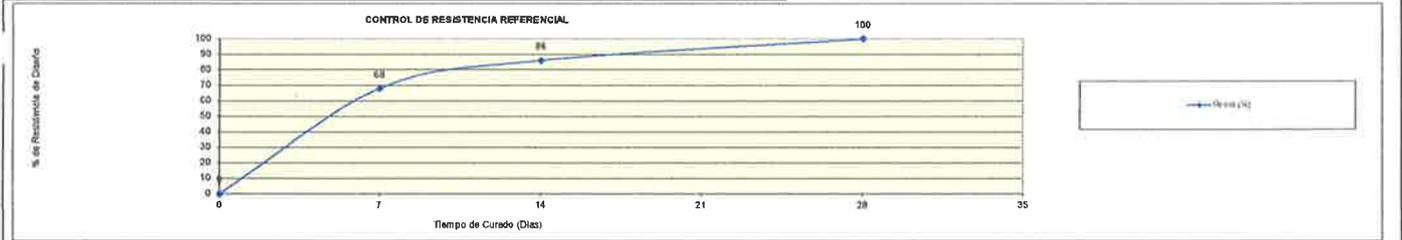
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Herry David Clavo Rimarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ENSAYO DE RESISTENCIA ALA COMPRESIÓN (ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO)

 LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
*[Signature]*  
HENRY DAVID ALVARO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

---

**DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.**  
**TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA**  
**RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)**



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 20-02-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

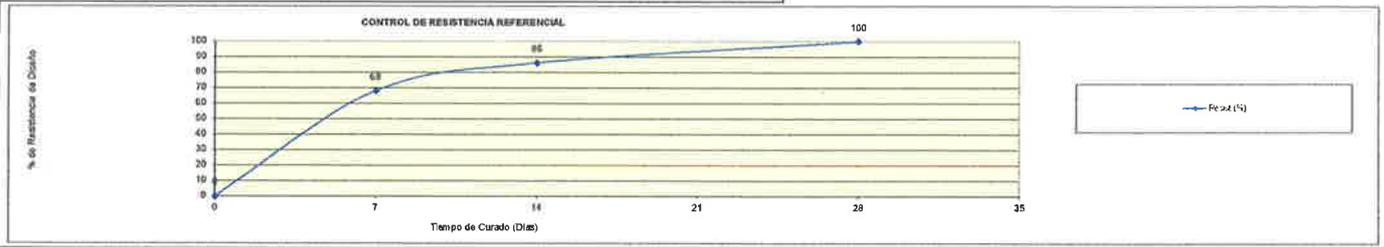
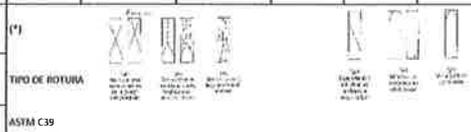
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Díámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f'c	f'c
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(dias)		(mm)	(mm)	(kg)		(KN)	(KG)	(mm2)	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
1	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	7	20-feb.-21	150.00	300.00	11448	6	131.25	13384	17671	76	175	43.3%
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	7	20-feb.-21	150.00	300.00	11685	4	136.50	13919	17671	79	175	45.0%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	7	20-feb.-21	150.00	300.00	11742	5	145.60	14847	17671	84	175	48.0%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Erlin Clavo Rimarachin**  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Geremias Rimarachin Rimarachin**  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**HENRY DAVID ERIC CLAVO RIMARACHIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS**

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 27-02-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

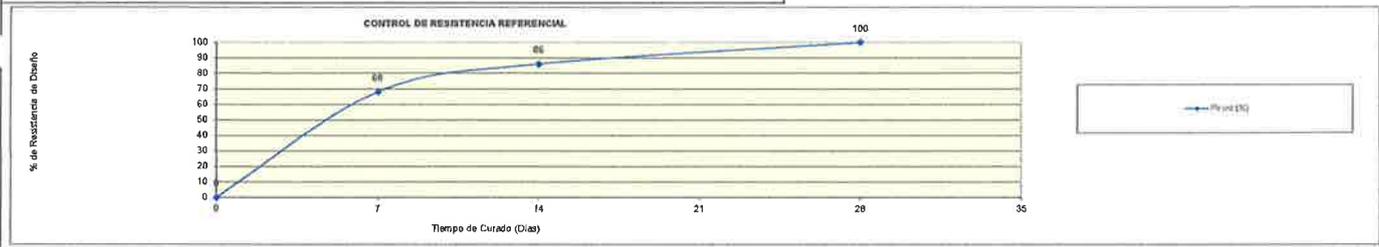
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Diámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(mm)	(mm)	(kg)		(KN)	(KG)	(mm2)	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
1	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	14	27-feb.-21	150.00	300.00	11644	6	167,11	17040	17671	96	175	55.1%
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	14	27-feb.-21	150.00	300.00	11632	3	158.35	16147	17671	91	175	52.2%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	14	27-feb.-21	150.00	300.00	11856	5	162.50	16570	17671	94	175	53.6%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Erlin Clavo Rimarachin**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Geremias Rimarachin Rimarachin**  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 13-03-2021

ELEMENTO (s) DISEÑOS DE CONCRETO CONVENCIONAL **DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO** TIPO DE MEZCLA **175 Kg/cm2.**

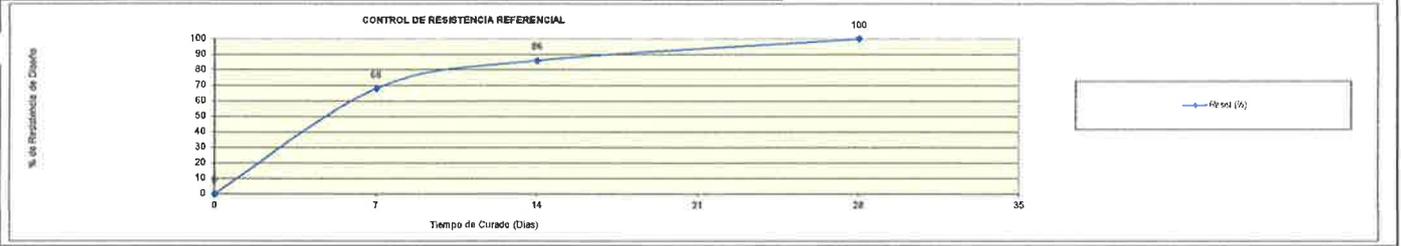
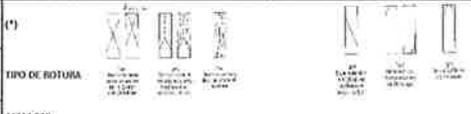
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Diámetro (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA (Kg/Cm2)	f'c (Kg/cm2)	fc (%)
1	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	28	13-mar.-21	150.00	300.00	11653	6	208.23	21233	17671	120	175	68.7%
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	28	13-mar.-21	150.00	300.00	11488	4	200.04	20398	17671	115	175	66.0%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 20% DE POLIESTIRENO	13-feb.-21	28	13-mar.-21	150.00	300.00	11745	6	206.50	21057	17671	119	175	68.1%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Erlin Clavo Rimarachin**  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**Geremias Rimarachin Rimarachin**  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
**HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN**  
 INGENIERO CIVIL  
 MTC N° 77362



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ENSAYO DE RESISTENCIA ALA COMPRESIÓN (ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO)

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
  
HENRY DAVID DAVID RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

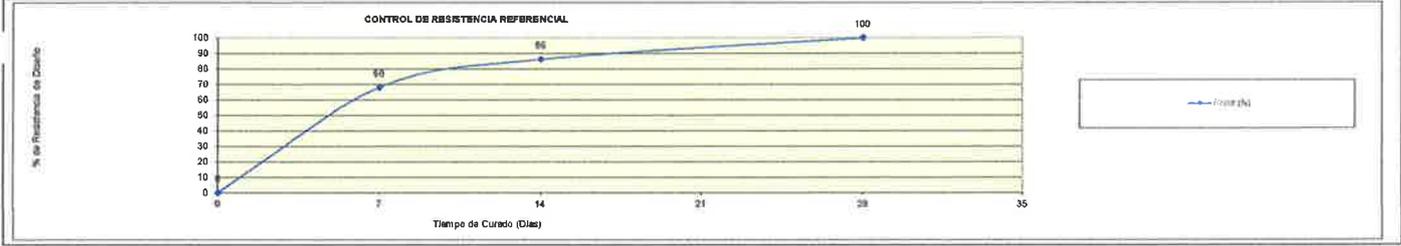
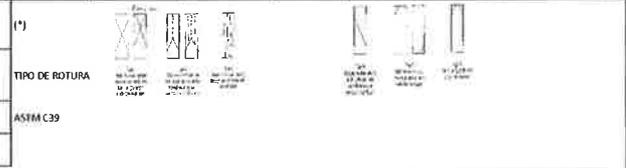
PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 15-03-2021

ELEMENTO (s) DISEÑO DE CONCRETO CONVENCIONAL DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO TIPO DE MEZCLA 175 Kg/cm2.

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Díámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA (Kg/Cm2)	f <sub>c</sub> (Kg/cm2)	f <sub>c</sub> (%)
					(mm)	(mm)	(kg)							
1	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	7	22-feb.-21	150.00	300.00	11439	3	110.00	11217	17671	63	175	36.3%
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	7	22-feb.-21	150.00	300.00	11453	6	97.69	9961	17671	56	175	32.2%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	7	22-feb.-21	150.00	300.00	11625	5	112.30	11451	17671	65	175	37.0%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.  
 La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.  
 Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.  
 El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Erlin Clavo Rimarachin  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID DAVID RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 72607

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS</b>	
	NORMA ASTM C39 MTC E704	
SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ	PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"	Fecha: 1-03-2021

ELEMENTO (s)		DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO			TIPO DE MEZCLA		175 Kg/cm2.							
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	Díámetro	ALTURA	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	CARGA	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(mm)	(mm)	(kg)		(100)	(KG)	(mm <sup>2</sup> )	Kg/Cm2	(Kg/cm2)	(%)
1	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	14	1-mar.-21	150.00	300.00	11452	6	138.43	14116	17671	80	175	45.6%
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	14	1-mar.-21	150.00	300.00	11253	3	141.35	14413	17671	82	175	46.6%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	14	1-mar.-21	150.00	300.00	11114	5	145.60	14847	17671	84	175	48.0%

**Observaciones y sugerencias:** El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

**La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.**

**Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.**

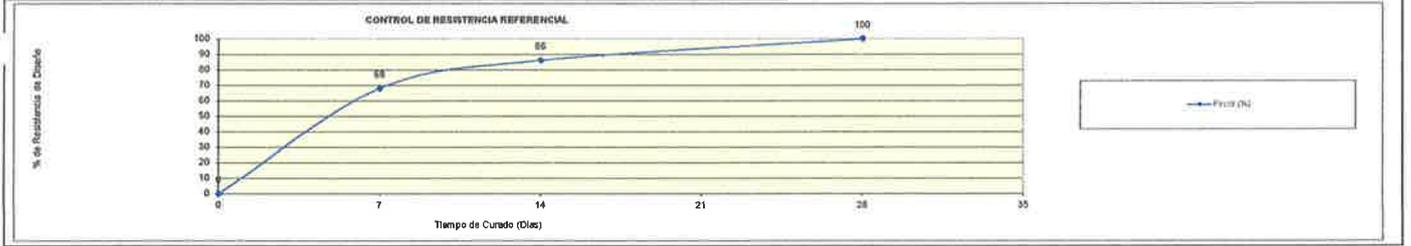
**El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.**

(\*)



TIPO DE ROTURA

ASTM C39




**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
*HENRY DAU CLAVO RIMARACHIN*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 14° 77267



RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

PROYECTO: "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Fecha: 15-03-2021

ELEMENTO (s)		DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO			TIPO DE MEZCLA		175 Kg/cm2.							
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	Díámetro (mm)	ALTURA (mm)	PESO (kg)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm2)	CARGA (Kg/Cm2)	f'c (Kg/cm2)	f'c (%)
	1	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	28	15-mar.-21	150.00	300.00	11214	6	166.82	17011	17671	96	175
2	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	28	15-mar.-21	150.00	300.00	11769	3	157.06	16015	17671	91	175	51.8%
3	DISEÑO ADICIONANDO EL 25% DE POLIESTIRENO	15-feb.-21	28	15-mar.-21	150.00	300.00	11652	5	160.50	16366	17671	93	175	52.9%

Observaciones y sugerencias: El laboratorio no ha intervenido en la elaboración, ni muestreo de las probetas; solo se limito a realizar la rotura del testigo.

La descripción y fechas de vaciado de las probetas fueron proporcionadas por el solicitante.

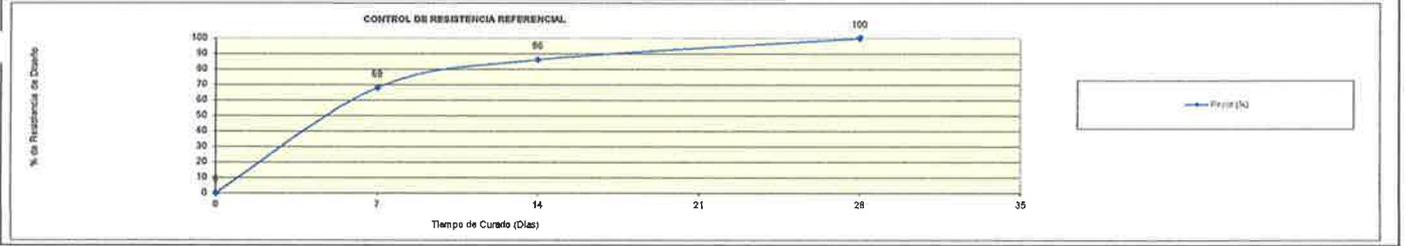
Las muestras fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante.

El moldeo y curado de los testigos ha sido realizado por el solicitante.

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Erlin Clavo Rimarachin*  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVILA CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

#### F.4. Ensayos en muretes



<b>INFORME DE ENSAYO</b>  <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL</b> <b>MURETES DE ALBAÑILERÍA</b> <b>NTP 339.613: 2017</b>	Código	SGC-F-28
	Versión	01
	Página	5 de 5

Proyecto : "INCIDENCIA DEL POLIESTIRENO TIPO PERLA EN LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE PANELES PARA MUROS DE TABIQUERÍA PREFABRICADA CON UNIÓN LEGO, UTILIZANDO CONCRETO FC=175 KG/CM2, SEGÚN NORMA E070, CHOTA 2019"

Ubicación : CHOTA

Solicitante : ROSSEMARY BENAVIDES GALVEZ

TIPO DE LADRILLO

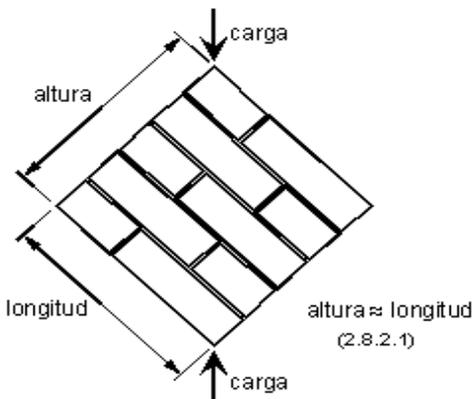
Fecha : 29/01/2022

FABRICACIÓN

MARCA

N° MUESTRA	FECHAS	UNIDAD DIMENSIONES PROMEDIO (cm)			Diagonal Principal (cm)	ÁREA DIAGONAL (cm²) (A diag.)	CARGA MÁX. (kg) (W)	RESISTENCIA AL CORTE OBTENIDA	
		LARGO	ANCHO	ALTO				kg/cm²	Kpa
MURETE CON 25% DE POLIESTIRENO A 28 DIAS	18/01/2022	96.00	10.20	95.90	134.00	1366.80	15625	13.1	1.29E+03
MURETE CON 25% DE POLIESTIRENO A 28 DIAS	28/01/2022	96.05	10.25	95.26	134.20	1375.55	16025	13.4	1.31E+03
MURETE CON 25% DE POLIESTIRENO A 28 DIAS	29/01/2022	96.30	10.26	95.41	134.26	1377.51	16125	13.5	1.32E+03

PROMEDIO ( $\bar{V}_m$ )	13.3	1.31E+03
DESV. ESTANDAR (S)	0.2	16.33
<b>V'm</b>	<b>13.2</b>	<b>1.29E+03</b>



Factor Incremento por edad(28 días) = 1.05

FÓRMULAS:

$$V'm = \bar{V}_m - S \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$V_m = \frac{W * (F. Edad)}{A_{diag.}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

DONDE:  
 $V'm$  = Resistencia a la Compresión Diagonal ó al Corte del espécimen, Kg/cm².  
 $\bar{V}_m$  = Resistencia al Corte Puro del espécimen, Kg/cm².  
 S = Desviación Estandar del espécimen, Kg/cm².  
 W= Máxima carga en Kg, indicada por la máquina de ensayo.  
 A diag. = Promedio del área Diagonal en cm².  
 1MPa = 10.2 kg/cm²

Observ.

Los Ladrillos fueron proporcionados por el solicitante, el Laboratorio solo realizó el ensayo de Resistencia ala corte.  
 Se ensayaron Muretes, con esquinas refrentado con yeso cemento.  
 Según lo indicado por el solicitante, la muestra es Tipo King Kong 30% vacios; Marca Lark.

*Anexo G. Certificados INDECOPI e INACAL*



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2121 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 1/4 pulg

**Diametro de Tamiz** : 8 pulg

**Marca** : GRAN TEST

**Serie** : 75959

**Material** : ACERO

**Color** : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,4	19,4
Humedad %	63	63

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) Las variaciones no exceden a la variación máxima permisible según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

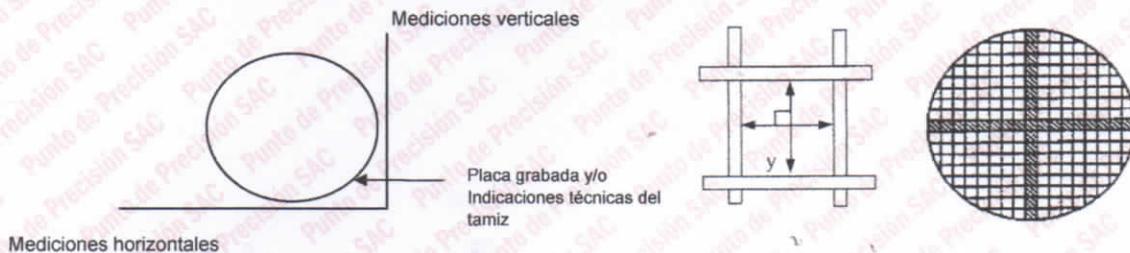
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2121 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
5,93	6,32	6,41	6,42	6,20	6,31	6,30	6,28	6,28	6,28	6,23	6,30	-0,07	0,167	0,170
6,20	6,10	6,24	6,15	6,21	6,15	6,09	6,21	6,42	6,36					
5,93	6,42	6,28	6,42	5,93	6,28	6,42	6,15	6,28	6,42					
6,15	5,93	6,15	5,93	6,28	6,42	5,93	6,42	6,42	6,28					
6,28	6,42	6,28	6,42	6,15	5,93	6,28	5,93	6,28	6,42					
6,28	6,15	6,42	6,15	6,42	6,28	6,42	6,28	6,42	6,28					
6,42	5,93	6,28	5,93	6,28	5,93	6,15	6,15	5,93	6,42					
5,93	6,42	6,15	6,42	6,15	6,42	6,28	6,42	6,28	5,93					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2106 - 2022

Página : 1 de 1

Expediente : 126-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 ½ pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : SHERMAN  
Serie : NO INDICA  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

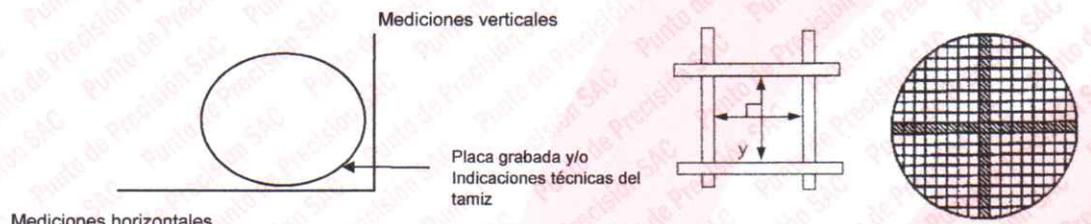
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,4	20,4
Humedad %	62	61

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
36,48	36,59	36,20	37,71	37,63	37,88	36,48	37,08	37,40	37,47	37,34	37,50	-0,16	--	0,556
37,72	36,91	37,98	37,77	37,51	37,90	37,98	36,98	37,54	37,64					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2107 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 3/4 pulg

**Diametro de Tamiz** : 8 pulg

**Marca** : GRAN TEST

**Serie** : 75285

**Material** : ACERO

**Color** : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

#### 4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,4	20,4
Humedad %	62	62

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

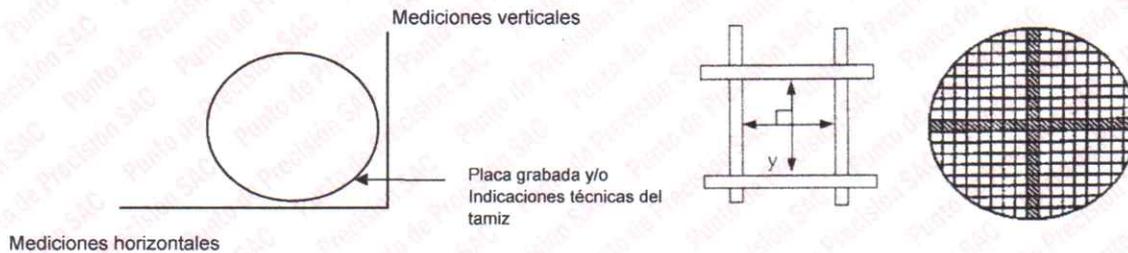
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2107 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
19,08	19,04	19,05	19,04	19,15	19,07	19,08	19,17	19,07	18,98	19,06	19,00	0,06	0,446	0,057
19,04	19,09	19,07	19,11	19,00	19,11	19,10	19,05	19,03	18,99					
19,07	18,98	19,17	19,05	18,98	19,07	19,04	19,17	18,98	19,07					
19,07	19,17	19,05	18,98	19,04	19,05	19,17	18,98	19,17	19,04					
18,98	19,07	18,98	19,04	19,07	19,04	18,98	19,07	19,04	19,07					

(\*)



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2109 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 3/8 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : SHERMAN  
Serie : NO INDICA  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,3
Humedad %	62	62

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

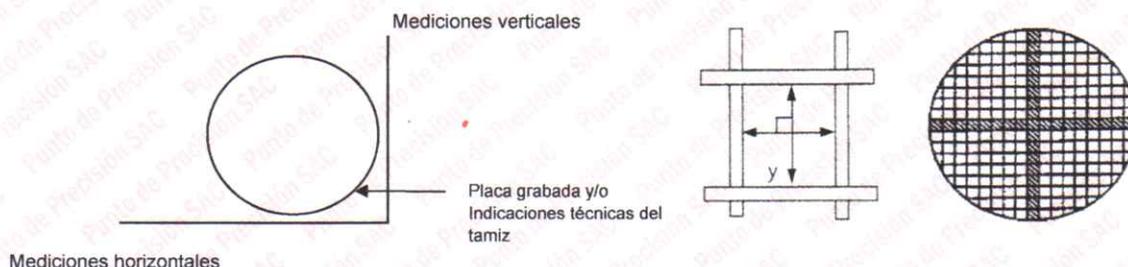
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2109 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
9,63	9,36	9,29	9,50	9,46	9,40	9,45	9,53	9,42	9,64	9,48	9,50	-0,02	0,237	0,111
9,22	9,44	9,53	9,47	9,63	9,29	9,28	9,24	9,35	9,54					
9,36	9,50	9,64	9,36	9,46	9,50	9,36	9,46	9,50	9,46					
9,46	9,63	9,46	9,50	9,36	9,63	9,46	9,50	9,64	9,63					
9,50	9,64	9,36	9,63	9,50	9,64	9,36	9,64	9,46	9,50					
9,36	9,46	9,50	9,36	9,64	9,46	9,50	9,63	9,36	9,46					
9,50	9,63	9,46	9,50	9,36	9,50	9,36	9,64	9,50	9,36					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2110 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 4  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : SHERMAN  
**Serie** : NO INDICA  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,3
Humedad %	61	61

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

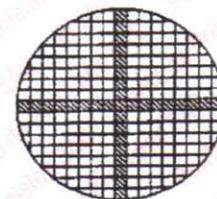
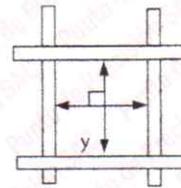
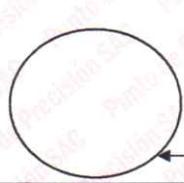
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2110 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm														
4,75	4,86	4,80	4,82	4,88	4,79	4,84	4,83	4,85	4,81	4,82	4,75	0,07	0,13	0,03
4,96	4,80	4,79	4,86	4,75	4,89	4,81	4,80	4,83	4,80					
4,79	4,82	4,79	4,81	4,79	4,83	4,79	4,83	4,79	4,82					
4,85	4,83	4,81	4,85	4,82	4,79	4,83	4,82	4,85	4,83					
4,79	4,82	4,79	4,83	4,81	4,82	4,85	4,81	4,83	4,79					
4,83	4,79	4,82	4,83	4,79	4,79	4,83	4,82	4,85	4,83					
4,79	4,85	4,81	4,79	4,83	4,85	4,81	4,79	4,82	4,81					
4,82	4,83	4,79	4,82	4,81	4,79	4,83	4,85	4,79	4,85					
4,79	4,82	4,81	4,83	4,79	4,82	4,85	4,81	4,83	4,82					
4,83	4,79	4,83	4,79	4,82	4,83	4,79	4,83	4,79	4,83					

Mediciones verticales



Placa grabada y/o  
Indicaciones técnicas del  
tamiz

Mediciones horizontales

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2112 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.

Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 10

Diámetro de Tamiz : 8 pulg

Marca : SHERMAN

Serie : NO INDICA

Material : ACERO

Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,4
Humedad %	62	62

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

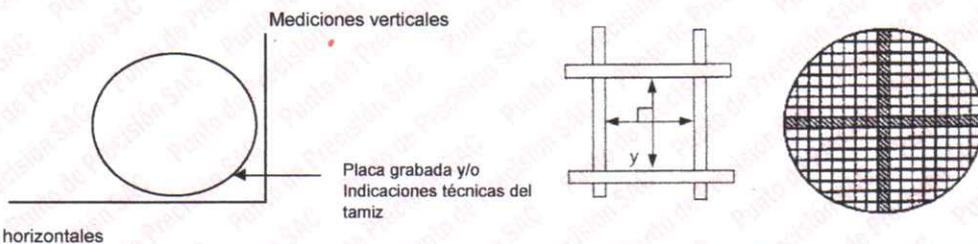
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2112 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

(\*)

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
1,890	2,036	1,850	1,900	1,910	1,960	1,814	2,000	2,046	2,036	1,951	2,000	-0,049	0,072	0,071
1,830	1,860	1,830	1,945	1,860	1,980	1,920	1,825	2,031	1,955					
1,900	2,046	1,900	1,960	1,850	2,046	1,960	2,036	1,960	2,046					
1,850	1,960	2,046	2,036	1,900	1,960	1,900	1,850	1,960	2,036					
1,960	1,900	1,850	1,960	2,046	1,960	2,046	1,900	1,850	2,046					
2,046	2,036	1,960	2,046	1,960	1,900	1,960	2,036	1,900	1,960					
1,900	1,960	1,850	1,900	2,046	1,850	1,900	1,960	2,046	2,036					
2,046	1,960	1,900	1,960	2,036	1,900	2,046	1,960	1,900	2,046					
1,850	1,900	2,046	1,900	1,850	1,960	1,850	1,900	1,850	1,960					
2,046	1,960	2,036	1,960	1,900	2,036	2,046	1,960	1,900	2,046					
1,960	1,900	1,960	1,900	1,850	1,900	1,960	1,850	2,046	1,960					
1,900	2,046	1,900	2,046	2,046	1,960	1,900	2,046	1,960	1,900					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2113 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 16  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : SHERMAN  
**Serie** : NO INDICA  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

**3. Lugar y fecha de Calibración**

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,3
Humedad %	60	60

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2113 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm													mm	mm
1,186	1,257	1,277	1,257	1,247	1,211	1,126	1,247	1,166	1,186	1,214	1,180	0,034	0,051	0,054
1,186	1,181	1,186	1,191	1,201	1,186	1,121	1,196	1,226	1,191					
1,126	1,166	1,277	1,126	1,277	1,247	1,277	1,166	1,277	1,166					
1,247	1,277	1,211	1,277	1,247	1,166	1,247	1,211	1,166	1,277					
1,277	1,126	1,166	1,247	1,211	1,247	1,277	1,247	1,211	1,166					
1,166	1,247	1,277	1,166	1,126	1,277	1,211	1,277	1,126	1,277					
1,277	1,166	1,126	1,211	1,247	1,277	1,126	1,166	1,247	1,166					
1,166	1,211	1,247	1,277	1,166	1,211	1,247	1,277	1,247	1,277					
1,247	1,277	1,166	1,211	1,277	1,247	1,166	1,126	1,277	1,126					
1,166	1,211	1,166	1,277	1,126	1,277	1,211	1,166	1,247	1,166					
1,277	1,247	1,277	1,126	1,277	1,126	1,247	1,277	1,126	1,277					
1,166	1,126	1,247	1,166	1,247	1,277	1,126	1,277	1,247	1,166					
1,247	1,277	1,166	1,211	1,166	1,126	1,166	1,126	1,277	1,247					
1,166	1,247	1,277	1,247	1,126	1,277	1,211	1,166	1,277	1,166					
1,277	1,166	1,247	1,277	1,166	1,277	1,247	1,277	1,247	1,126					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2114 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 20  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : SHERMAN  
**Serie** : NO INDICA  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	60	60

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

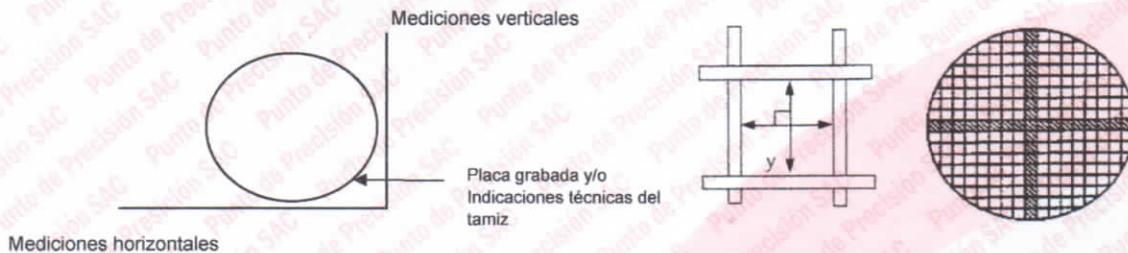
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2114 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
$\mu\text{m}$										$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
875	930	880	915	895	875	930	930	875	880	901	850	51	39,36	24,92
940	915	900	950	880	955	885	925	875	930					
930	875	930	875	915	875	930	875	930	875					
880	930	915	880	930	880	930	875	875	915					
915	875	880	930	875	915	875	915	930	875					
930	875	875	875	875	930	875	875	915	930					
875	880	915	880	930	875	930	915	930	915					
930	915	875	930	875	930	875	930	880	875					
915	930	915	875	915	875	915	930	875	930					
875	880	875	875	930	915	930	915	875	915					
930	915	875	915	930	875	875	875	930	875					
875	930	875	875	875	915	930	880	915	930					
930	875	915	930	880	875	880	915	875	915					
930	880	875	930	915	930	875	930	915	875					
880	915	875	915	875	875	875	875	930	880					
915	930	875	880	930	880	930	875	930	875					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2116 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 40  
Diametro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : SHERMAN  
Serie : NO INDICA  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,7	20,7
Humedad %	62	62

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

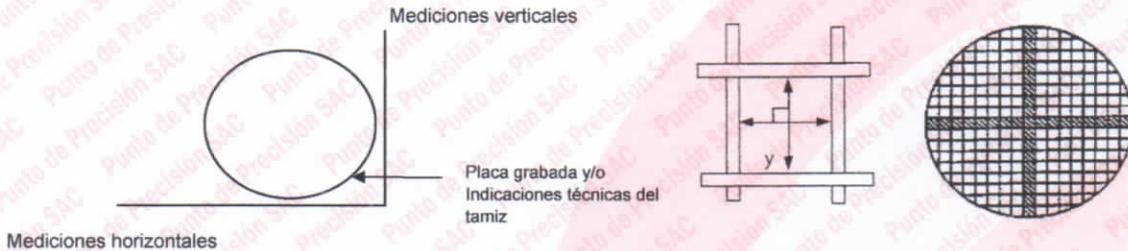
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2116 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
$\mu\text{m}$										$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
427	357	409	363	398	363	421	351	433	421	389	425	-36	25,08	34,61
351	433	363	433	363	351	433	363	398	351					
433	363	351	363	433	398	363	351	433	363					
427	398	433	363	398	433	398	433	363	433					
433	351	363	427	351	363	357	427	433	363					
363	427	398	351	363	351	363	363	398	363					
351	398	357	363	433	398	433	433	351	433					
433	427	433	351	427	351	427	351	363	351					
351	363	351	433	363	433	357	433	427	433					
363	357	363	398	351	363	398	351	433	363					
398	351	427	363	433	351	363	433	351	433					
363	433	351	363	351	363	433	351	433	363					
433	363	433	357	427	357	351	363	398	351					
351	357	363	398	433	351	433	363	433	363					
433	363	433	363	351	398	363	433	357	433					
363	433	351	363	433	363	433	427	351	363					
433	357	433	398	351	398	357	433	363	351					
427	433	363	433	427	433	398	433	363	433					
433	363	351	398	363	398	351	363	433	398					
351	433	363	433	351	433	363	433	363	351					



FIN DEL DOCUMENTO



*[Signature]*  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2117 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 100  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : PALIO  
**Serie** : 18S013  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,2	20,2
Humedad %	64	64

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

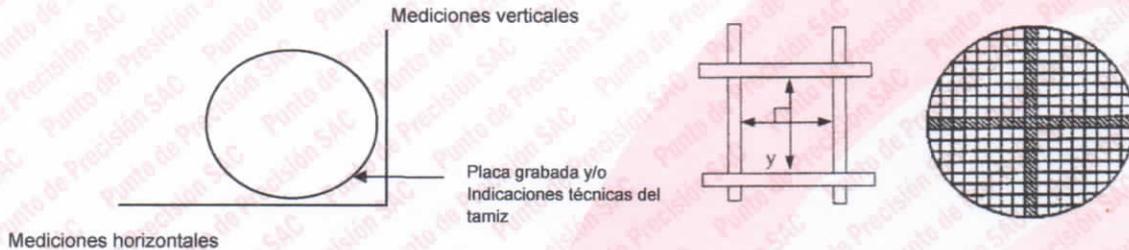
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2117 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
$\mu\text{m}$										$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
145	150	150	150	150	164	145	150	155	150	148	150	-2	13,30	9,84
123	150	132	156	164	145	173	136	145	155					
145	150	145	155	145	155	150	145	150	155					
155	123	155	150	155	150	123	155	123	150					
150	145	150	155	145	155	123	150	145	155					
150	155	123	150	150	145	150	145	150	145					
123	145	150	164	123	145	150	155	145	150					
145	150	145	150	123	155	123	145	150	145					
150	145	150	123	145	164	123	150	164	150					
145	150	145	150	145	150	145	150	123	145					
150	155	150	123	155	123	150	155	145	150					
123	145	150	145	150	155	145	150	155	150					
145	150	145	150	123	145	150	164	150	155					
150	155	150	145	155	150	145	155	150	145					
123	150	123	164	145	155	155	150	164	150					
150	155	145	150	155	145	145	155	150	145					
150	145	150	155	150	155	150	145	155	150					
155	150	155	145	150	145	123	164	150	145					
145	155	145	164	155	150	155	150	164	150					
150	145	123	155	145	150	145	150	145	145					
145	150	155	150	145	155	164	155	123	150					
150	155	150	155	150	123	155	145	150	155					
155	145	150	145	155	145	150	155	150	145					
150	123	155	150	145	150	123	150	145	150					
145	150	145	150	123	155	145	155	123	145					
150	145	164	145	145	150	155	150	145	164					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-431-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : 126-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-18

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : 47537336

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 10 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : 1

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-07-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-431-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,9	19,9
Humedad Relativa	60,6	61,6

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 012 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	19,9			19,9		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
4	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,5	1,0
5	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,7	0,8
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
9	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,7	0,8
10	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima						
Error máximo permitido ±	20 g			± 30 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-432-2022**

Página: 1 de 3

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-18

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : NO INDICA

**Número de Serie** : NO INDICA

**Alcance de Indicación** : 30 000 g

**División de Escala de Verificación ( e )** : 1 g

**División de Escala Real ( d )** : 1 g

**Procedencia** : NO INDICA

**Identificación** : 2

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2022-07-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-432-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,0	20,0
Humedad Relativa	59,7	60,6

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 004 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	20,0			20,0		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 001	0,8	0,7
2	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,5	0,0
3	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,9	0,6
4	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
6	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,5	1,0
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
9	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,5	1,0
10	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima				0,4		
Error máximo permitido	± 2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-432-2022

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,0	20,0

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10,0	10	0,7	-0,2	10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,2
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,5	0,0	0,4
3		9	0,4	-0,9		10 000	0,8	-0,3	0,6
4		10	0,8	-0,3		10 000	0,7	-0,2	0,1
5		10	0,6	-0,1		9 999	0,4	-0,9	-0,8
Error máximo permitido : ± 2 g									

(\*) valor entre 0 y 10 e

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,0	20,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,9	-0,4	-0,3	50	0,8	-0,3	-0,2	1
500,0	500	0,5	0,0	0,1	500	0,5	0,0	0,1	1
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,2	2 000	0,9	-0,4	-0,3	1
5 000,0	5 000	0,7	-0,2	-0,1	5 000	0,6	-0,1	0,0	1
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,3	6 999	0,4	-0,9	-0,8	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2	2
15 000,0	15 000	0,8	-0,3	-0,2	15 000	0,6	-0,1	0,0	2
20 000,0	20 001	0,5	1,0	1,1	20 001	0,9	0,6	0,7	2
25 000,0	25 001	0,9	0,6	0,7	25 000	0,5	0,0	0,1	3
30 000,0	30 000	0,6	-0,1	0,0	30 000	0,6	-0,1	0,0	3

e.m.p.: error máximo permitido

### Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,08 \times 10^{-7} \times R$$

### Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,12 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-433-2022**

Página: 1 de 3

Expediente : 126-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-18

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y  
CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**  
**Modelo** : **CL501T**  
**Número de Serie** : **7131121053**  
**Alcance de Indicación** : **500 g**  
**División de Escala de Verificación ( e )** : **0,1 g**  
**División de Escala Real (d)** : **0,1 g**  
**Procedencia** : **NO INDICA**  
**Identificación** : **NO INDICA**  
**Tipo** : **ELECTRÓNICA**  
**Ubicación** : **LABORATORIO**  
**Fecha de Calibración** : **2022-07-12**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

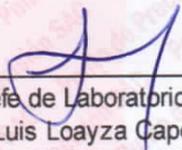
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-433-2022

Página: 2 de 3

## 5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,8	19,9
Humedad Relativa	59,7	59,7

## 6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

## 7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## 8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 250,00 g			Carga L2= 500,00 g		
	l (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	l (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01
2	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,09	-0,04
3	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,07	-0,02
4	250,0	0,05	0,00	499,9	0,04	-0,09
5	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,09	-0,04
6	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,05	0,00
7	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,07	-0,02
8	250,0	0,05	0,00	500,0	0,09	-0,04
9	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,05	0,00
10	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,08	-0,03
Diferencia Máxima			0,04	0,09		
Error máximo permitido $\pm$			0,3 g	$\pm$ 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

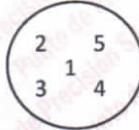
Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-433-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Table with columns for Temp. (°C), Posición de la Carga, Determinación de E0, and Determinación del Error corregido. Includes a note: (\*) valor entre 0 y 10 e and Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Table with columns for Carga L (g), CRECIENTES, DECRECIENTES, and ± emp (g). Rows include weights from 1,00 to 500,00 g.

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

R\_corregida = R + 3,82x10^-4 x R

Incertidumbre

U\_R = 2 \* sqrt(3,57x10^-3 g^2 + 2,39x10^-8 x R^2)

R: Lectura de la balanza, ΔL: Carga incrementada, E: Error encontrado, E0: Error en cero, Ec: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-435-2022**

Página: 1 de 3

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-18

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **NO INDICA**

**Modelo** : **NO INDICA**

**Número de Serie** : **NO INDICA**

**Alcance de Indicación** : **200 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **0,01 g**

**División de Escala Real ( d )** : **0,01 g**

**Procedencia** : **NO INDICA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO**

**Fecha de Calibración** : **2022-07-13**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

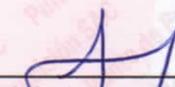
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



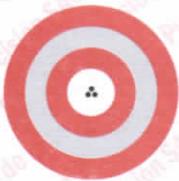
PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-435-2022

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,5	19,5
Humedad Relativa	62,5	62,5

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,91 g para una carga de 200,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,5	19,5

Medición N°	Carga L1= 100,000 g			Carga L2= 200,000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100,00	0,007	-0,002	200,00	0,008	-0,003
2	100,00	0,006	-0,001	200,00	0,009	-0,004
3	100,00	0,008	-0,003	200,00	0,007	-0,002
4	100,00	0,009	-0,004	200,00	0,006	-0,001
5	100,00	0,007	-0,002	200,00	0,008	-0,003
6	100,00	0,006	-0,001	200,00	0,009	-0,004
7	100,00	0,008	-0,003	200,00	0,007	-0,002
8	100,00	0,009	-0,004	200,00	0,006	-0,001
9	100,00	0,007	-0,002	200,00	0,008	-0,003
10	100,00	0,006	-0,001	200,00	0,007	-0,002
Diferencia Máxima			0,003			0,003
Error máximo permitido	± 0,02 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : PERUTEST  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 200910  
Capacidad de Prensa : 2000 kN

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,1	20,2
Humedad %	57	57

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 506 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	99,835	99,884	0,16	0,12	99,86	0,14	-0,05
200	200,985	201,034	-0,49	-0,52	201,01	-0,50	-0,02
300	300,388	300,437	-0,13	-0,15	300,41	-0,14	-0,02
400	400,616	400,714	-0,15	-0,18	400,66	-0,17	-0,02
500	500,922	500,863	-0,18	-0,17	500,89	-0,18	0,01
600	598,070	598,031	0,32	0,33	598,05	0,33	0,01
700	694,394	694,434	0,80	0,80	694,41	0,80	-0,01

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 0,9999$

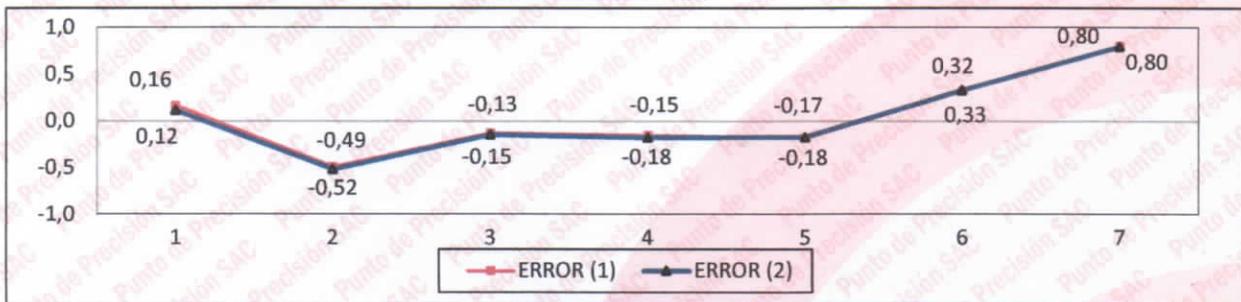
Ecuación de ajuste :  $y = 1,0078x - 2,4336$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - IV - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

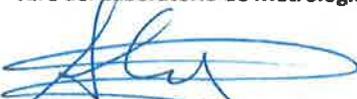
Página 1 de 3

1. Expediente	0489-2022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.</b>	
3. Dirección	JR. CAJAMARCA NRO. 792 (ESQUINA CON JR PONCIANO VIGIL) CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA	
4. Equipo	<b>PRENSA DE MURETES</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	20000 kgf	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-PM	
Número de Serie	102	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X8	
Número de Serie	102	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2022-07-15	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-03-17

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - IV - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillon lote 50 B - Comas - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	65% HR	65% HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	1AD-0845-2022
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



## 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

## 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.  
Avenida Chillón lote 50 B - Comas - Lima

## 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	65% HR	65% HR

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	1AD-0845-2022
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	1AT-1704-2022

## 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022**

Página 1 de 5

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de medición** : ESTUFA

**Alcance de medición** : NO INDICA

**Resolución del indicador** : 1 °C

**Alcance del selector** : NO INDICA

**Punto de calibración** : 110 °C ± 5 °C

**Marca** : NO INDICA

**Modelo** : JLA-01

**Procedencia** : NO INDICA

**Numero de serie** : JHE-012

**Código de Identificación** : NO INDICA

**Fecha de calibración** : 2022-07-12

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

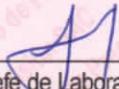
**3. Método de calibración**

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

**4. Lugar de calibración**

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

Página 2 de 5

### 5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	20,4	20,4
Humedad relativa (%hr)	62,0	62,0

### 6. Trazabilidad

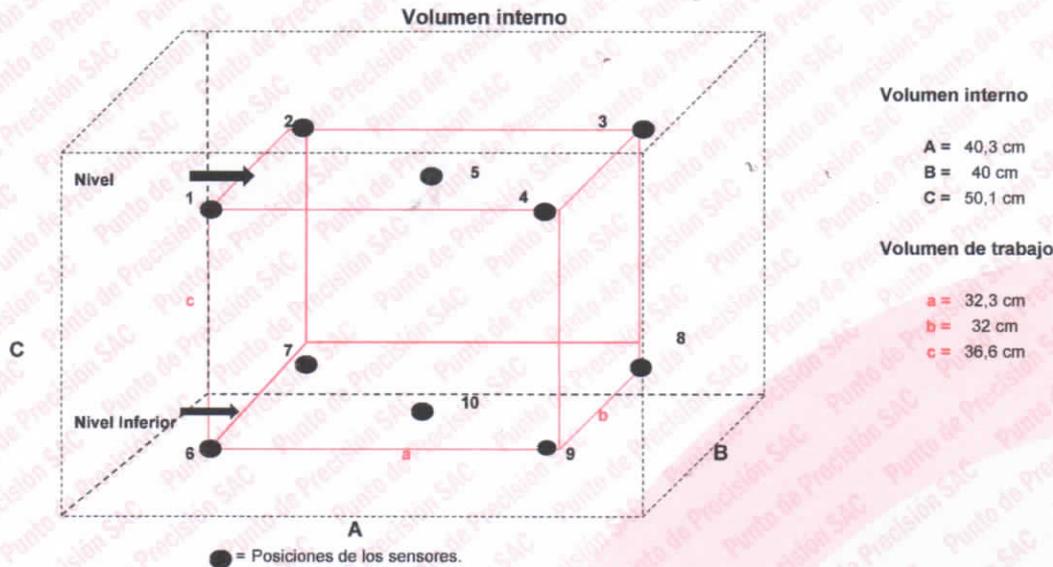
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
Termómetro digital de 10 sensores termopares tipo K con una incertidumbre en el orden de 0,13 °C a 0,16 °C.	0093-TPES-C-2021	PESATEC PERÚ S.A.C.

### 7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se coloco una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para La prueba consistio en envase de aluminio.
- Se selecciono el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

### 8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



A, B, C = Dimensiones del volume interno del equipo.

a, b, c = Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las paredes de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores ubicados en las posiciones 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Distancia de la pared inferior del equipo al nivel inferior: 5,5 cm

Distancia de la pared superior del equipo al nivel superior: 8 cm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

Página 3 de 5

### 9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 2 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	105,9	107,0	102,8	107,2	105,0	105,7	107,9	103,8	105,6	108,2	105,9	5,4
00:02	110	106,9	107,2	104,3	107,7	105,6	106,8	108,7	105,4	107,2	108,2	106,9	4,9
00:04	110	107,3	108,8	105,4	108,7	106,5	107,0	109,7	105,7	107,5	109,5	107,6	4,3
00:06	109	108,6	109,2	106,2	110,0	107,8	108,8	110,1	107,3	109,1	110,7	108,8	4,5
00:08	110	110,1	111,0	104,8	110,9	108,2	109,6	111,4	107,8	109,4	111,9	109,5	7,1
00:10	111	111,0	111,6	104,4	111,7	107,5	110,8	112,2	106,9	111,0	112,5	110,0	8,1
00:12	110	109,0	112,2	102,7	112,5	107,0	111,3	113,0	106,0	112,0	111,9	109,8	10,3
00:14	110	108,1	113,3	103,7	111,6	105,8	110,2	112,3	105,2	110,6	110,9	109,2	9,5
00:16	109	107,1	113,0	104,6	111,0	104,7	109,1	109,4	104,3	108,6	109,6	108,1	8,7
00:18	110	106,0	112,0	105,6	109,6	105,5	108,8	109,1	105,4	107,8	108,9	107,9	6,6
00:20	110	107,1	111,0	105,3	108,7	106,6	107,3	108,2	106,1	106,7	108,3	107,5	5,6
00:22	110	107,6	109,9	104,3	107,9	108,1	106,9	107,8	107,3	106,0	109,2	107,5	5,5
00:24	110	108,8	109,0	102,8	107,1	108,4	105,3	108,3	108,3	106,5	110,3	107,5	7,5
00:26	110	109,7	108,0	104,3	107,6	107,5	106,3	109,8	106,7	107,8	111,3	107,9	7,0
00:28	109	110,9	109,1	105,3	109,0	106,5	107,8	110,7	105,6	109,1	112,2	108,6	6,9
00:30	109	109,8	109,3	105,8	110,2	105,4	108,8	111,3	105,2	109,6	113,1	108,8	7,9
00:32	110	109,1	111,0	104,7	111,2	104,3	109,9	112,1	104,3	110,7	111,7	108,9	7,8
00:34	110	107,8	112,0	105,6	111,6	105,7	110,2	113,2	104,6	112,0	111,2	109,4	8,6
00:36	110	106,3	112,7	105,3	113,2	106,3	111,8	112,1	105,8	111,1	112,0	109,7	7,8
00:38	110	105,8	113,0	103,6	112,1	107,7	109,9	111,7	106,6	108,8	112,9	109,2	9,3
00:40	110	106,7	112,3	102,8	111,2	108,3	108,3	110,1	107,8	107,4	111,5	108,6	9,4
00:42	109	107,8	112,1	103,7	110,0	107,5	107,1	109,1	107,3	106,6	110,7	108,2	8,3
00:44	109	109,1	110,2	104,7	109,2	106,5	106,8	108,8	106,3	105,6	109,5	107,7	5,4
00:46	110	109,8	110,0	106,0	108,3	105,5	105,7	107,5	104,8	106,4	109,2	107,3	5,2
00:48	109	110,9	108,8	105,2	106,5	104,3	106,7	108,3	103,9	107,4	107,7	107,0	7,0
00:50	110	109,7	108,0	103,7	108,3	105,7	107,8	109,7	104,6	108,6	108,9	107,5	6,0
00:52	110	109,1	109,1	102,6	108,7	106,5	108,2	110,7	106,1	109,8	110,2	108,1	8,1
00:54	109	108,2	109,9	103,8	109,5	107,4	109,3	111,1	107,3	110,6	110,7	108,8	7,3
00:56	110	106,5	111,0	104,5	111,2	109,0	110,8	112,5	107,8	112,0	111,5	109,7	8,0
00:58	110	105,6	111,8	106,3	111,7	107,5	111,1	113,7	107,2	110,9	113,2	109,9	8,1
01:00	110	106,4	113,0	104,8	112,6	106,8	110,3	112,2	106,3	109,6	111,6	109,4	8,1

T. Promedio	108,1	110,5	104,5	109,9	106,6	108,6	110,4	106,0	108,8	110,7	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	111,0	113,3	106,3	113,2	109,0	111,8	113,7	108,3	112,0	113,2	
T. Mínimo	105,6	107,0	102,6	106,5	104,3	105,3	107,5	103,8	105,6	107,7	
DTT	5,4	6,3	3,7	6,7	4,7	6,6	6,3	4,5	6,4	5,5	

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	113,7	0,5
Mínima temperatura registrada durante la calibración	102,6	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	6,7	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	6,2	0,1
Estabilidad (±)	3,34	0,04
Uniformidad	10,3	0,3



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

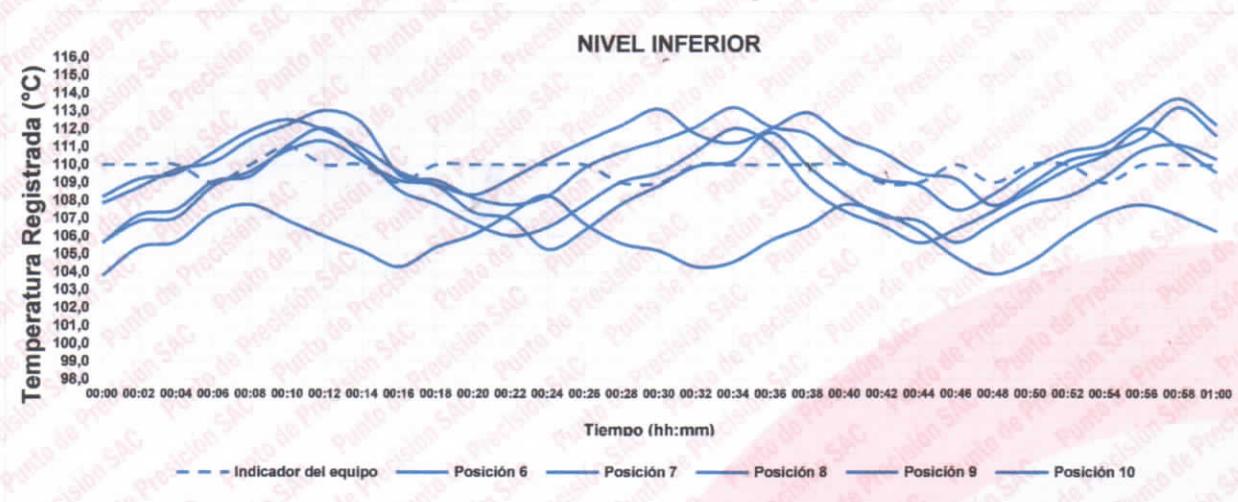
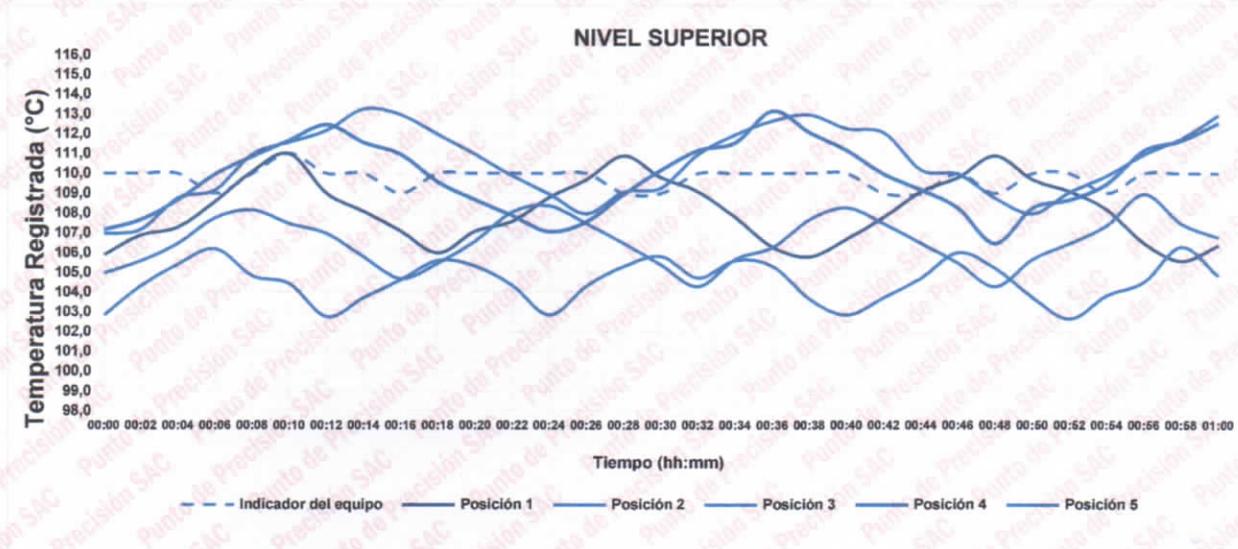
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

Página 4 de 5

### 10. Gráfico de resultados durante la calibración del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-364-2022

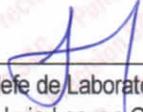
Página 5 de 5

### Nomenclatura

<b>T. prom</b>	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
<b><math>\Delta T</math></b>	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
<b>T. Promedio</b>	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
<b>T. Máximo</b>	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
<b>T. Mínimo</b>	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
<b>DTT</b>	: Desviación de temperatura en el tiempo.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 514 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-18

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2 bar  
División de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar  
Clase de Exactitud : NO INDICA  
Marca de Manómetro : WINTERS  
Modelo de Manómetro : PFQ-ZR SERIES  
Serie de Manómetro : NO INDICA  
Posición de Trabajo : HORIZONTAL

Marca de Botella : GSE  
Modelo de Botella : NO INDICA  
Serie de Botella : NO INDICA  
Material de Botella : ALUMINIO

4. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
16 - JULIO - 2022

5. Método de Calibración  
Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

6. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	P - 5269 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

7. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,8	18,9
Humedad %	76	76

8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 514 - 2022

Página : 2 de 2

### Resultados

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
			DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
	ASCENSO	DESCENSO	ASCENSO	DESCENSO	
psi	psi	psi	psi	psi	psi
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,0	4,8	0,0	0,2	-0,2
10	9,2	9,0	0,8	1,0	-0,2
15	13,6	13,4	1,4	1,6	-0,2
20	18,0	17,8	2,0	2,2	-0,2
25	22,8	22,6	2,2	2,4	-0,2
30	27,6	27,6	2,4	2,4	0,0

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	2,4	psi
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	-0,2	psi

La incertidumbre de la medición es de	0,05	psi
---------------------------------------	------	-----

### EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD

LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN
psi	% Humedad
0	0,0
2	2,2
3	2,4
4	3,8
5	4,8
6	5,6
7	6,8
8	7,4
9	8,0
10	9,0
11	10,0
12	10,8
13	11,8
14	12,4
15	13,4
16	14,2
17	14,8
18	15,8
19	16,8
20	17,8

FIN DEL DOCUMENTO

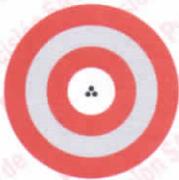


Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2120 - 2022

Página : 1 de 1

Expediente : 126-2022  
Fecha de Emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 2 ½ pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : SHERMAN  
Serie : NO INDICA  
Material : ACERO  
Color : PLATEADO

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

#### 6. Condiciones Ambientales

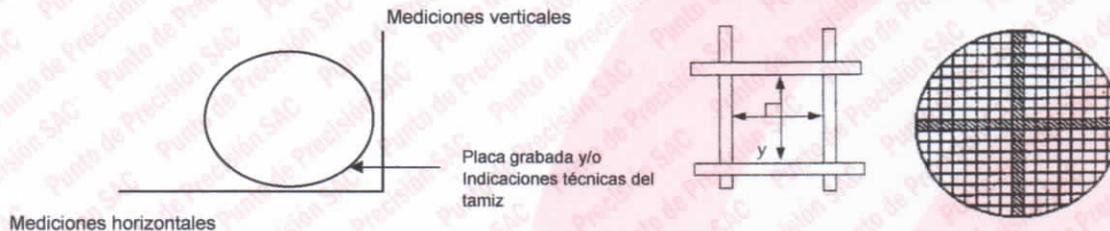
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,4	19,4
Humedad %	65	65

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

#### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
63,26	62,46	62,15	62,12	62,42	61,97	62,36	62,19	63,26	62,12	62,48	63,00	-0,52	-	0,492
63,26	62,15													



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2111 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 8  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : SHERMAN  
**Serie** : NO INDICA  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

**3. Lugar y fecha de Calibración**

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,3
Humedad %	61	61

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

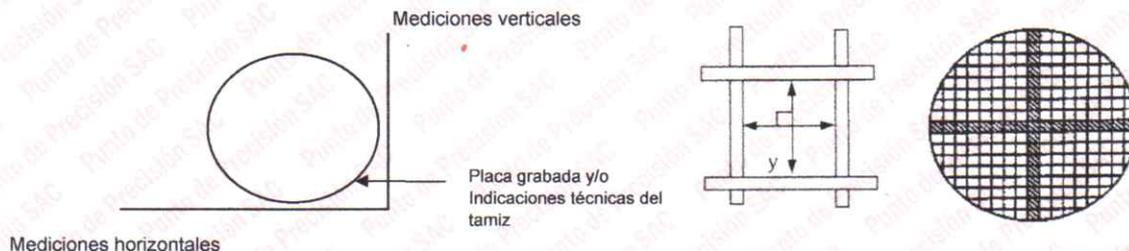
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2111 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
2,579	2,553	2,523	2,614	2,634	2,403	2,619	2,513	2,518	2,473	2,485	2,360	0,125	0,077	0,070
2,488	2,493	2,518	2,503	2,387	2,493	2,468	2,498	2,493	2,468					
2,403	2,579	2,513	2,403	2,579	2,513	2,403	2,403	2,513	2,403					
2,513	2,403	2,403	2,579	2,513	2,403	2,523	2,579	2,403	2,513					
2,579	2,403	2,523	2,403	2,523	2,579	2,403	2,403	2,513	2,403					
2,403	2,523	2,403	2,403	2,579	2,513	2,403	2,513	2,403	2,579					
2,513	2,579	2,403	2,579	2,403	2,403	2,579	2,523	2,513	2,403					
2,403	2,513	2,523	2,513	2,403	2,513	2,403	2,403	2,579	2,513					
2,513	2,579	2,403	2,579	2,523	2,403	2,579	2,403	2,523	2,403					
2,403	2,513	2,403	2,403	2,403	2,579	2,513	2,579	2,403	2,513					
2,513	2,403	2,523	2,513	2,403	2,513	2,403	2,513	2,513	2,523					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2118 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 200  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : GRAN TEST  
**Serie** : 79933  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,1	20,2
Humedad %	64	64

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

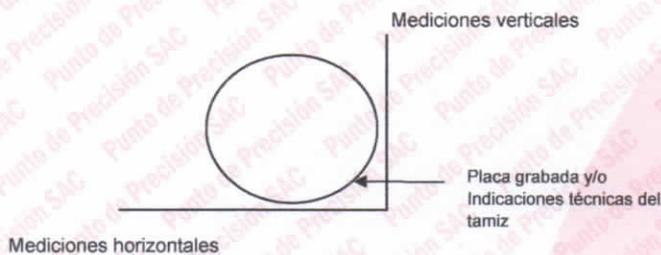
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2118 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
μm										μm	μm	μm	μm	μm
90	89	68	69	79	68	68	79	79	63	75	75	0	9,02	9,64
79	74	84	79	74	74	79	68	74	68					
74	84	79	78	68	89	84	74	79	68					
63	89	63	79	63	79	63	89	79	68					
79	89	79	89	79	63	89	79	63	79					
79	63	68	63	68	89	79	68	89	68					
63	89	89	79	63	79	63	63	79	89					
89	63	79	63	79	63	68	79	63	79					
63	68	79	68	89	79	63	79	89	79					
79	89	63	89	63	68	89	63	63	68					
68	63	89	79	63	79	79	68	79	68					
89	79	68	79	68	89	63	79	68	63					
63	79	63	89	63	79	68	63	89	79					
79	89	63	68	89	63	63	79	68	79					
79	63	79	63	68	89	79	89	79	89					
63	68	79	89	68	63	68	63	89	63					
79	79	89	79	89	79	63	89	79	68					
79	68	63	89	63	89	79	63	89	79					
63	89	68	63	79	63	79	68	68	89					
79	63	79	89	68	79	68	63	79	63					
89	63	79	79	63	63	79	68	89	79					
79	89	68	63	79	79	89	63	79	63					
63	79	89	79	63	89	79	68	89	79					
79	68	79	89	79	63	89	79	63	89					
89	63	79	63	68	79	79	68	63	79					
63	79	89	79	89	79	89	79	89	68					
79	89	63	79	63	79	63	89	63	89					
79	63	79	89	63	79	63	79	68	79					
63	79	89	63	79	63	79	63	79	63					
89	63	63	79	63	79	63	79	63	68					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 157 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 126-2022  
Fecha de emisión : 2022-07-15

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : SHERMAN  
Modelo : ALA-010  
Serie : 0082019

Marca de Contómetro : COUNTER  
Modelo de Contómetro : DIA48J  
Serie de Contómetro : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2022	PUNTO DE PRECISIÓN

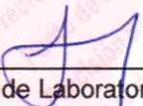
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	19,6
Humedad %	58	57

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 157 - 2022

Página : 2 de 2

### EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
710 mm	510 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	412,36 g	46,49 mm
Peso de Esfera 2	423,31 g	47,37 mm
Peso de Esfera 3	419,28 g	46,83 mm
Peso de Esfera 4	422,19 g	46,93 mm
Peso de Esfera 5	416,17 g	46,64 mm
Peso de Esfera 6	421,26 g	46,89 mm
Peso de Esfera 7	418,35 g	47,11 mm
Peso de Esfera 8	418,21 g	46,96 mm
Peso de Esfera 9	409,19 g	46,51 mm
Peso de Esfera 10	424,12 g	47,27 mm
Peso de Esfera 11	418,35 g	46,73 mm
Peso de Esfera 12	421,16 g	47,39 mm
Total	5023,95 g	

NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR

33 rpm

SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535

EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g

NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm

PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g

DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2119 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 50  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : SHERMAN  
**Serie** : NO INDICA  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

**3. Lugar y fecha de Calibración**

JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	19,8
Humedad %	64	64

**7. Observaciones**

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

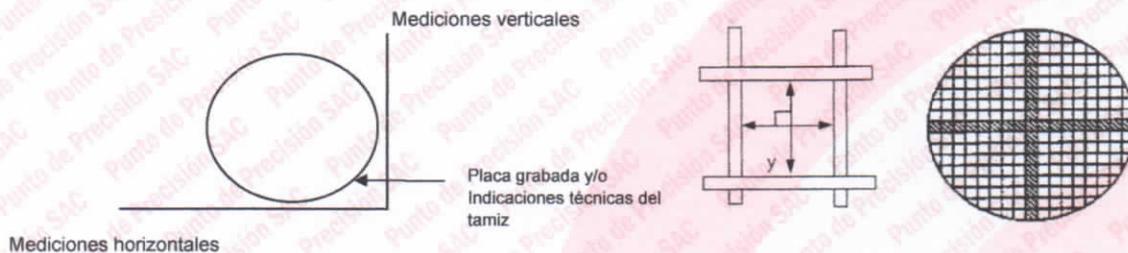
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2119 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
$\mu\text{m}$										$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
312	347	332	290	321	353	316	332	332	332	329	300	29	20,29	13,25
353	332	337	342	337	347	342	321	347	295					
316	342	305	332	337	300	326	337	305	337					
321	316	337	347	321	316	321	347	316	321					
347	337	321	316	337	321	347	337	321	347					
316	347	337	347	337	316	316	321	337	316					
321	316	321	316	321	337	321	316	347	321					
321	316	347	337	316	347	321	347	316	347					
316	347	316	347	321	316	337	321	347	321					
321	316	321	316	321	347	321	316	321	347					
347	337	347	316	347	316	337	347	321	316					
321	316	321	337	321	337	321	316	337	321					
347	321	337	347	316	347	337	316	347	337					
316	337	321	316	321	321	347	347	321	316					
321	347	337	347	316	347	321	316	337	321					
321	316	321	337	321	316	337	316	347	321					
316	321	337	347	316	321	347	321	316	347					
321	347	321	316	337	347	316	321	347	321					
321	337	347	337	321	337	316	337	321	316					
347	316	321	347	337	316	347	321	316	347					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2108 - 2022

Página : 1 de 2

**Expediente** : 126-2022  
**Fecha de Emisión** : 2022-07-15

**1. Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ  
**Tamiz N°** : 1/2 pulg  
**Diametro de Tamiz** : 8 pulg  
**Marca** : SHERMAN  
**Serie** : NO INDICA  
**Material** : ACERO  
**Color** : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
JR. ANAXIMANDRO VEGA NRO. 865 - CHOTA - CAJAMARCA  
13 - JULIO - 2022

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,4	20,4
Humedad %	61	62

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

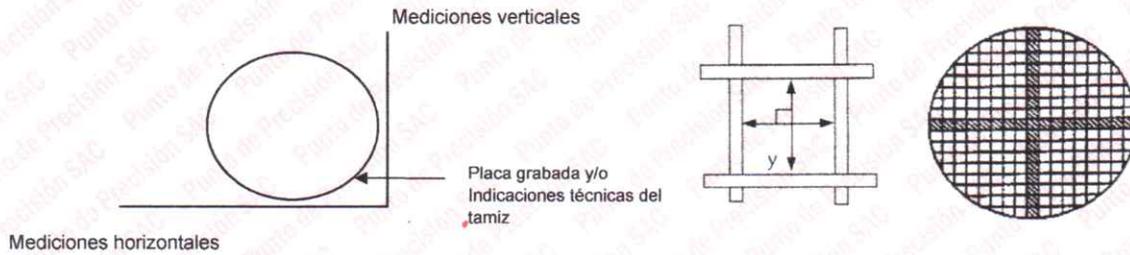
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2108 - 2022

Página : 2 de 2

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
12,40	12,42	12,38	12,76	12,64	12,54	12,50	12,36	12,31	12,52	12,46	12,50	-0,04	0,302	0,131
12,37	12,31	12,35	12,32	12,25	12,12	12,46	12,69	12,22	12,48					
12,40	12,52	12,40	12,38	12,50	12,52	12,40	12,38	12,50	12,38					
12,52	12,38	12,50	12,52	12,40	12,76	12,50	12,76	12,38	12,76					
12,38	12,40	12,52	12,76	12,52	12,40	12,52	12,50	12,40	12,38					
12,52	12,38	12,50	12,52	12,38	12,50	12,40	12,52	12,38	12,50					

(\*)

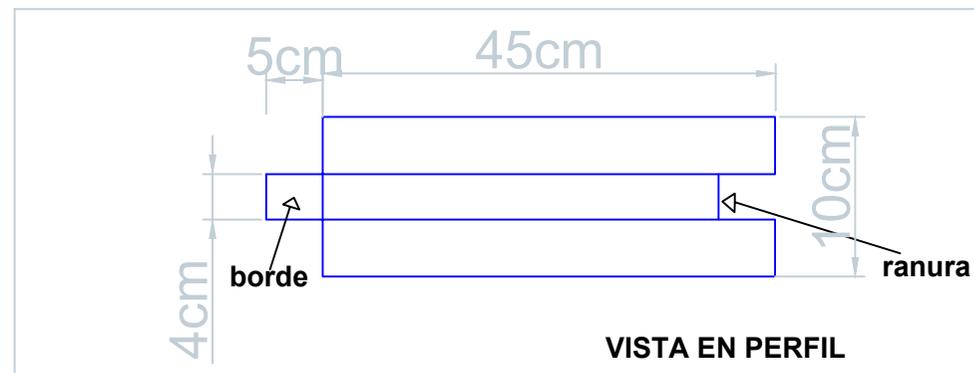
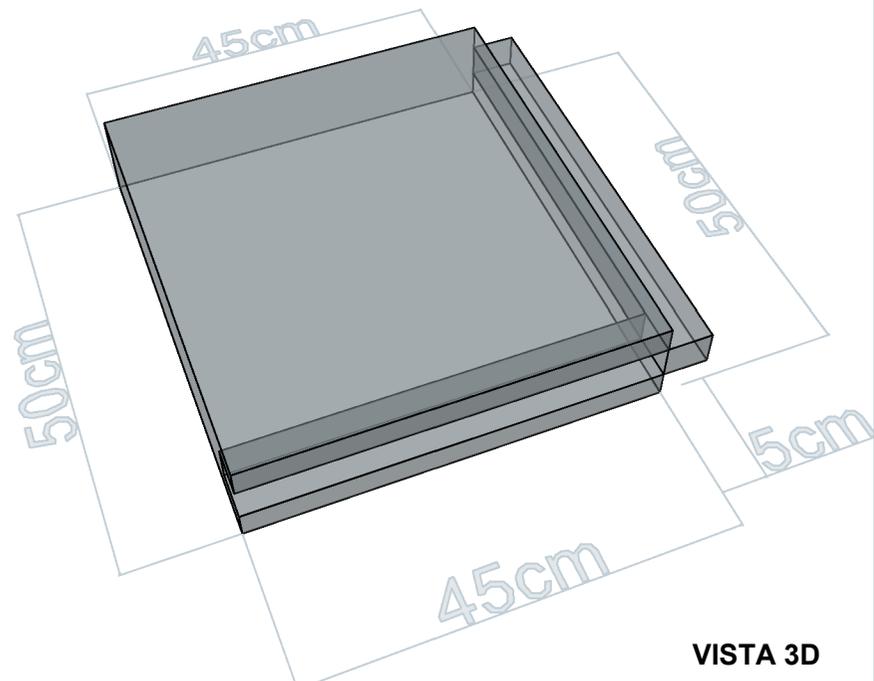
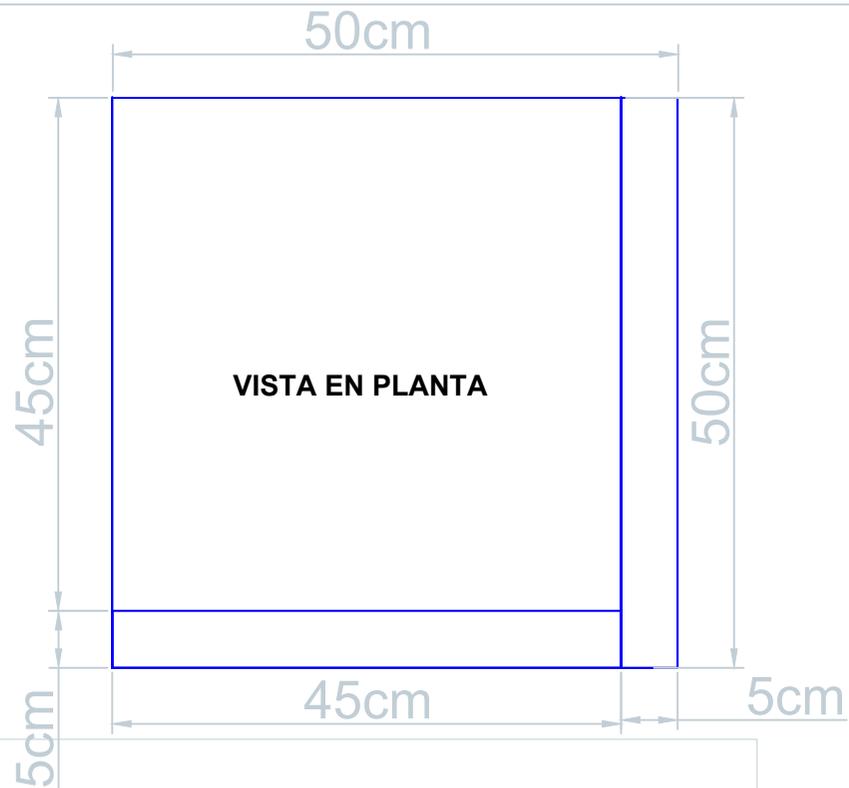


FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

*Anexo H. Plano del modelo de panel*



DISEÑO DE MOLDES 50cmX50cm		
DIBUJANTE: <b>Rossemery Benavides Galvez</b>	DIST : <b>CHOTA</b> PROV: <b>CHOTA</b> DEPT : <b>CAJAMARCA</b>	LAMINA N°
ESCALA: <b>1/100</b>	FECHA: <b>Agosto-2022</b>	<b>PG-01</b>