

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto con incorporación de aserrín, poliestireno y caucho**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Lindaura Lizbet Palomino Salvatierra  
Yessica Dany Hoyos Vásquez

**Asesor:**

Mg. Leonel Chahuares Paucar

Lima, setiembre del 2024

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Leonel Cháhuares Paucar, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

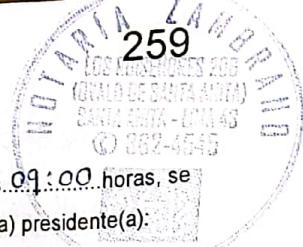
Que la presente investigación titulada: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE ASERRÍN, POLIESTIRENO Y CAUCHO." Los autores Lindaura Lizbet, Palomino Salvatierra y Yessica Dany, Hoyos Vásquez tiene un índice de similitud de 14 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 5 días del mes de febrero del año 2024



---

Mag. Leonel Chahuares Paucar



# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Naña, Villa Unión, a 13 día(s) del mes de setiembre del año 2024 siendo las 09:00 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana, el (la) secretario(a): Ing. David Diaz Garamendi y los demás miembros: Mg. Roberto Roland Yoctun Rios y el (la) asesor(a) Mg. Leonel Chahuares Paucar

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto con incorporación de aserrín, poliestireno y caucho" del(los) bachiller(es): a) Lindaaura Lizbet Palomino Salvatierra b) Yessica Dany Hoyos Vasquez c).....

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Civil  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:  
Bachiller (a): Lindaaura Lizbet Palomino Salvatierra

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller (b): Yessica Dany Hoyos Vasquez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

Bachiller (c): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.


\_\_\_\_\_  
Presidente/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (b)

  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (c)

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	6
2. DESARROLLO.....	7
3. METODOLOGÍA.....	8
3.1 Cemento y agregados .....	8
3.2 Perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín .....	9
3.3 Fabricación de bloques de concreto .....	9
3.4 Proceso de obtención de las propiedades mecánicas y físicas.....	9
4. RESULTADOS .....	10
5. CONCLUSIONES.....	18
6. RECOMENDACIONES .....	20
7. REFERENCIAS.....	21
8. TABLAS Y FIGURAS.....	23
<u>8.1. TABLAS.....</u>	23
<u>8.2. FIGURAS .....</u>	35
9 . ANEXOS.....	38

# **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE ASERRÍN, POLIESTIRENO Y CAUCHO**

## **EVALUATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE BLOCKS WITH THE INCORPORATION OF SAWDUST, POLYSTYRENE AND RUBBER**

**Lindauro Lizbet Palomino Salvatierra<sup>1</sup>, Yessica Dany Hoyos Vasquez<sup>1</sup>,  
Leonel Chahuares Paucar<sup>1</sup>**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión, Perú**

### **RESUMEN**

En esta investigación, se optó por incorporar materiales reutilizables como aserrín, poliestireno y caucho en la fabricación de bloques de concreto, con el propósito de evaluar sus propiedades físicas y mecánicas, y a la vez reducir los efectos ambientales negativos que estos generan. Se fabricaron 315 muestras mediante el uso de una máquina bloquera, con moldes de medida patrón de 12 cm x 40 cm x 18 cm, con dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8, y porcentajes de adición de aserrín, poliestireno y caucho, de 10% y 20% respecto del agregado. Tras la fabricación de los bloques, se realizaron los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a compresión axial, de los cuales se determinó que, la variación dimensional y el alabeo no están directamente relacionados con la adición de poliestireno, caucho y aserrín; por lo tanto, el aumento o la disminución de estos no depende exclusivamente de la adición de materiales extras. Además, se identificó que las bloquetas con mayor absorción, fueron las correspondientes a la incorporación de 20% de aserrín con dosificación 1:8. Asimismo, en los ensayos de resistencia a compresión axial, se determinó que, entre 210 muestras con dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8, porcentajes de adición de poliestireno y caucho de 10% y 20%; el porcentaje de adición óptimo corresponde al 10%, los cuales alcanzaron el esfuerzo mínimo requerido de 50 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado. Sin embargo, los bloques con aserrín, alcanzaron esta resistencia con un 10% de adición y dosificación 1:6.

***Palabras clave:** Bloques de concreto, propiedades físicas, propiedades mecánicas.*

## ABSTRACT

In this research, the choice was to incorporate reusable materials such as sawdust, polystyrene and rubber into concrete block manufacturing, with the aim of assessing their physical and mechanical properties while reducing the negative environmental effects they generate. Three hundred and fifteen samples were produced using a block machine, with standard measuring moulds of 12 cm x 40 cm x 18 cm, with dosages of 1:6, 1:7 and 1:8, and percentages of addition of sawdust, polystyrene and rubber of 10% and 20% in relation to the aggregate. After the manufacture of the blocks, dimensional variation, warping, absorption and axial compressive strength tests were carried out, of which it was determined that, dimensional variation and warping are not directly related to the addition of polystyrene, rubber and sawdust; therefore, the increase or decrease of these is not solely dependent on the addition of extra materials. In addition, the blocks with higher absorption were identified as those corresponding to the incorporation of 20% of sawdust at a dosage of 1:8. In the axial compressive strength tests, it was also determined that, among 210 samples at 1:6, 1:7 and 1:8 dosages, the percentages of addition of polystyrene and rubber were 10% and 20%; the optimum percentage of addition corresponds to 10%; which reached the minimum required effort of 50 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days of curing. However, the blocks with sawdust, reached this resistance with a 10% addition and 1:6 dosage.

*Keywords: Concrete blocks, physical properties, mechanical properties.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el material más usado en la construcción peruana es el concreto, debido a su durabilidad, versatilidad y resistencia [1]. Por lo que se han realizado investigaciones, tales como el uso de aditivos, adiciones, nanotecnología, optimización de la relación agua-cemento, curado térmico, tecnología de fibras, y reciclaje de materiales a fin de mejorar y evaluar sus propiedades físicas, sobre todo mecánicas. Por lo tanto, en la presente investigación, el interés principal fue evaluar el comportamiento del concreto, específicamente en bloques de concreto, con adición de materiales que son considerados desechables, y que al ser reusados contribuyen a la sostenibilidad ambiental y al cuidado de la población expuesta a estos materiales contaminantes.

Entre los materiales más comunes que son desechados se encuentra el caucho, este desecho de neumáticos se genera por el poco conocimiento en temas de reutilización de los residuos, influyendo las razones culturales, y la falta de educación que se brinda a la población en temas de reutilización de neumáticos y disposición final [2]. Por lo que, frente a ello, investigadores determinaron que el caucho granulado es una excelente alternativa de agregado, que mejora la resistencia a la compresión. Por otro lado, se tiene a otro material contaminante y producido en gran cantidad en los aserraderos, el aserrín; muchos constituyen depósitos, aumentando la probabilidad de la propagación de hongos u otras enfermedades similares; es por ello que surge la necesidad de reutilizar dicho material orgánico en una construcción sostenible, y esto se evidencia en la ejecución de investigaciones sobre ladrillos ecológicos. Finalmente, se tiene al poliestireno, el cual es un material altamente contaminante para el ecosistema marino, por esta razón su producción es prohibida en muchos países, incluso en el Perú, en el año 2019 se promulgó la Ley N° 30884, Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. Por lo cual, mediante la reutilización del poliestireno, que además es un excelente aislador térmico, eléctrico y acústico, se pretende contribuir a la reducción de la contaminación sonora y ambiental. Actualmente, se viene dando uso en la construcción, como reemplazo de los ladrillos de techo, entre ellos se encuentran los casetones. Asimismo, el poliestireno es usado en juntas de dilatación, entre otros [3].

Debido a lo expuesto, esta investigación se enfocó en la fabricación y evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto con incorporación de perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín, en un porcentaje de 10% y 20% respecto del agregado (confitillo), en las dosificaciones 1:6,1:7 y 1:8 (1 de cemento tipo I y 6,7 y 8 de confitillo).

## 2. DESARROLLO

Se han desarrollado diversos estudios en relación al tema de investigación, en cuanto a la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto, con la adición y/o sustitución de materiales considerados desechables.

La universidad del Zulia, mediante la revista técnica de la facultad de ingeniería realizó un estudio de la influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental negativo generado por los neumáticos. La investigación consistió en la sustitución de agregado fino por partículas de caucho en porcentajes de 10%, 15% y 20%. Los resultados obtenidos al realizar el ensayo de resistencia a la compresión, mostraron que la sustitución del agregado fino por partículas de caucho en un 20%, corresponde a una resistencia mínima neta de 3.69 Mpa, por lo tanto, fue considerado viable, además un bloque de concreto con sustitución parcial de agregado fino por partículas de caucho resulta más económico que un bloque convencional [4].

Por otro lado, Amasifuén (2018) en su investigación buscó determinar la proporción adecuada de materiales y la adición de perlas de poliestireno en la fabricación de bloques de concreto ligero de medidas de 90 x 190 x 390 mm, buscando a la vez cumplir con las resistencias mínimas requeridas y establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y la Norma Técnica Peruana (NTP). El tipo de diseño de investigación desarrollado fue experimental, existiendo la necesidad de manejar los materiales y proporciones para ser aplicados según las normativas vigentes. La población de estudio estuvo compuesta por especímenes de densidades de  $1200 \text{ kg/m}^3$ ,  $1400 \text{ kg/m}^3$  y  $1600 \text{ kg/m}^3$ , con el fin de identificar las proporciones óptimas de los materiales. Los resultados obtenidos mostraron que el espécimen de prueba óptimo correspondía a la densidad de  $1600 \text{ kg/m}^3$ , cumpliendo con los requisitos mínimos de resistencia a la compresión en muros portantes y no portantes [5].

Asimismo, Sánchez (2017) en su estudio realizado analizó el comportamiento del aserrín adicionado a los bloques de concreto, en cuanto a resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y densidad. Se realizó la sustitución parcial de la arena por aserrín, en porcentajes de 10%, 20%, 30%, 40% y 50%. De los resultados obtenidos se concluyó que el diseño óptimo para bloques en muros portantes se produjo en la sustitución de 30% de aserrín por arena, con una resistencia de  $72 \text{ kg/cm}^2$ , absorción de 9.5% y densidad de  $1916 \text{ kg/m}^3$ , sin embargo, para bloques en muros no portantes, el

diseño óptimo correspondió a la sustitución de 40%, con una resistencia de  $49 \text{ kg/cm}^2$ , absorción de 10.7% y densidad de  $1883 \text{ kg/m}^3$  [6].

### 3. METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque experimental, que involucra tres variables independientes: perlas de poliestireno, caucho y aserrín. Asimismo, contempla dos variables dependientes: propiedades físicas y mecánicas; es decir, la investigación se realizó con el objetivo de evaluar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto incorporando aserrín, perlas de poliestireno y caucho granulado, además con el fin de contribuir a la preservación del ambiente.

La población de la investigación fueron los 315 bloques de concretos fabricados, y el ámbito de estudio, la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de estos, con porcentajes de incorporación de aserrín, perlas de poliestireno y caucho granulado en un 10% y 20%, respecto del agregado, con dosificaciones de 1:6,1:7 y 1:8.

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, para lo cual, de los 315 bloques de concretos fabricados, se tomaron 210 unidades agrupados por porcentajes de adición, dosificación, y tiempo de curado, para la ejecución de los ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a compresión axial. Asimismo, con las 105 unidades restantes, se realizó únicamente el ensayo de absorción.

De los materiales utilizados, el proceso de fabricación, y ensayos realizados para la obtención de resultados se tiene:

#### 3.1 Cemento y agregados

El cemento usado fue del tipo I (cemento andino puzolánico), con peso específico de  $3.18 \text{ gr/cm}^3$ . El agua utilizada fue potable, y los agregados se obtuvieron de la cantera de Wanka, que se encuentra ubicada en el Centro Poblado Cachingari, a 2.1 km de la provincia de Satipo, departamento de Junín.

Las características físicas de los agregados se pueden observar en la tabla 1.

**Tabla 1.** Características del agregado para la fabricación de los bloques de concreto.

Cantera Wanka	Agregado (confitillo)	Normativa
Tamaño máximo (pulg)	3/8	ASTM D 422, AASHTO T-11, AASHTO T-27, AASHTO T-88
Tamaño máximo nominal (pulg)	4	
Módulo de finura (%)	3.07	
Peso específico ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.44	AASHTO T-84, AASHTO T-85
Absorción (%)	1.35	

Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	2125	ASTM C 29, AASHTO T-19
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1613	
Contenido de humedad (%)	3.76	NTP 339.185

### 3.2 Perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín

Las perlas de poliestireno utilizadas fueron de un diámetro variable de 3 a 6 mm, y una densidad que va desde los 12 a 32 kg/m<sup>3</sup>, de acuerdo a la Norma ASTM C 578-92, las cuales se suelen utilizar con frecuencia como agregado superligero en las mezclas de mortero y concreto. Las perlas de poliestireno también están cubiertas con un aditivo E.I.A. [7] para garantizar una mezcla homogénea con el cemento y el agua. Esto reduce el problema de flotación.

Las partículas de caucho granulado fueron de un tamaño de 4,75 a 0,075 mm; las cuales se producen a través de dos métodos: uno a temperatura ambiente mediante molinos de craqueo, y otro a temperaturas inferiores a 80 ° C mediante un proceso criogénico [8].

El aserrín que se utilizó en la mezcla de concreto fue de partículas cuyo tamaño está comprendido entre el 20% y el 40% por debajo de 0.8 mm. Además, este material presenta una densidad aparente que oscila entre 0.1 y 0.45 gr/cm<sup>3</sup>. La porosidad total supera el 80 %, y la capacidad de retención de agua es de baja a media [9].

### 3.3 Fabricación de bloques de concreto

Para la fabricación de los bloques de concreto se usó una máquina bloquera con moldes de dimensión de 12 cm de ancho x 40 cm de largo x 18 cm de alto. Se realizaron un total de 315 bloques de concreto; 30 bloques patrón sin adición de ningún material con las siguientes dosificaciones 1:6,1:7 y 1:8 (1 de cemento por 6,7 y 8 de confitillo), 180 bloques de concreto de la misma manera con la dosificación de 1:6,1:7 y 1:8, con adición de 10% y 20% de poliestireno, aserrín, y caucho, respecto de la dosificación del agregado. Se fabricaron 5 bloques para cada porcentaje y dosificación. Los bloques de concreto fueron curados (regados) por 14 y 28 días. De los 315 bloques fabricados, 105 bloques de concreto fueron utilizados en el ensayo de absorción, teniendo como referencia al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE 0.70) [10].

### 3.4 Proceso de obtención de las propiedades mecánicas y físicas

Para determinar la absorción de los bloques de concreto, se siguió el procedimiento establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.604 y 399.613. Por lo cual, las unidades de bloques de concreto fueron colocados al horno a una temperatura de 110° C por un periodo de 24 horas para terminar su secado. Una vez completado el proceso de

secado y enfriamiento, se tomó el peso seco del bloque, para luego sumergirlo al agua por 24 horas y de esa manera obtener el peso saturado.

Por otro lado, la variación dimensional se realizó a cada unidad de bloque de concreto, clasificado por su dosificación 1:6, 1:7 y 1:8, y porcentaje de 10% y 20% de adición de perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín; a fin de conocer cómo influyen en los bloques de concreto; todo ello bajo la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.613. Para obtener la variabilidad dimensional se tomó la medida del bloque de concreto en sus siguientes dimensiones: alto, ancho y largo. Asimismo, la variación dimensional se evaluó en comparación con las medidas de diseño.

El ensayo de alabeo se realizó de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613, y según los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E 0.70, el cual indica que es aceptable un promedio de alabeo de 4 mm para bloques de clase P (bloque usado en la construcción de muros portantes). Para la ejecución de dicho ensayo se tomaron 105 muestras, las correspondientes a los 28 días de curado; 5 muestras por cada grupo de dosificación de 1:6, 1:7 y 1:8, con porcentajes de adición de poliestireno, caucho y aserrín de 10% y 20%. Se utilizó una regla metálica milimétrica y una regla convencional. Para el caso de las superficies cóncavas se colocó la regla convencional diagonalmente a la concavidad, para luego ser medido con la regla metálica. En los casos en que el alabeo era de tipo convexo en superficies, se colocó las muestras sobre una superficie plana y se midió las cuatro esquinas con la regla metálica, y para los bordes convexos se colocó la regla convencional de extremo a extremo recto y se midió con la regla metálica.

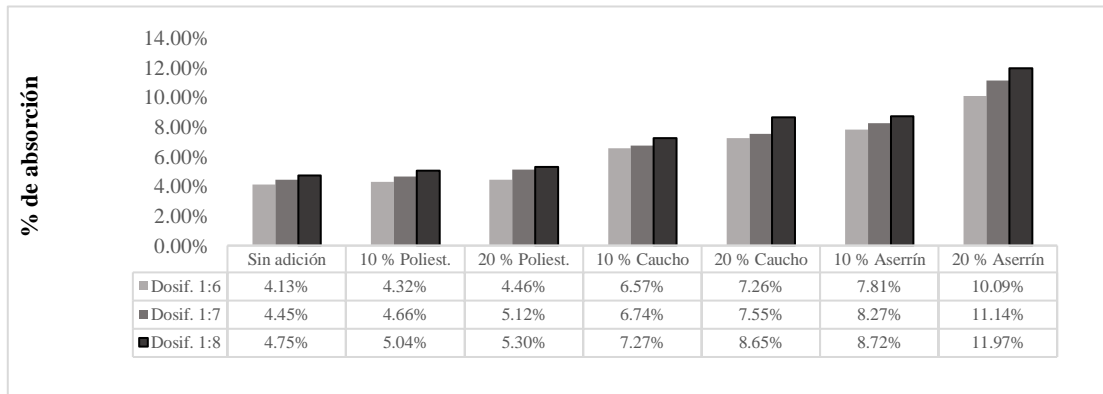
Los ensayos de resistencia a compresión axial se realizaron a los 14 y 28 días, a un total de 210 bloques, con dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8; y porcentajes de adición de poliestireno, caucho y aserrín de 10% y 20%, además de los bloques de concreto patrón. Los ensayos siguieron el procedimiento establecido por la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613, y los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E 0.70, que especifica que la resistencia mínima requerida para un bloque tipo P (bloque usado en la construcción de muros portantes) es de 50 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4. RESULTADOS**

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto con la incorporación de aserrín,

poliestireno y caucho. Los ensayos realizados permitieron determinar el impacto de estos materiales en el desempeño y comportamiento de los bloques de concreto en términos de resistencia y sus propiedades físicas.

La absorción obtenida de los bloques de concreto con incorporación de aserrín, perlas de poliestireno y caucho granulado, con porcentajes de adición de 10% y 20%, se ha evaluado respecto de la muestra patrón (bloques de concreto sin la adición de perlas de poliestireno, caucho y aserrín).



**Figura 1.** Absorción de bloques de concreto.

En la figura 1, se presentan los resultados obtenidos del ensayo de absorción de los bloques patrón y bloques con adición de materia prima. Se aprecia un incremento en el porcentaje de absorción en relación con las dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8, simultáneamente al incremento del porcentaje de adición de perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín. Como resultado del bloque patrón con una dosificación de 1:6, se obtuvo 4.13 % de absorción. Al incorporar un 10% y 20% de poliestireno a la misma dosificación, se alcanzaron absorciones de 4.32% y 4.46%, respectivamente. Para una dosificación de 1:7, el bloque patrón presentó un 4.45% de absorción; al añadir 10% y 20% de poliestireno, las absorciones fueron de 4.66 % y 5.12%. Finalmente, con la dosificación de 1:8, el bloque patrón presentó 4.75% de absorción, siendo esta la dosificación con mayor porosidad. Al añadir un 10% y un 20% de poliestireno respecto al confitillo, se alcanzaron absorciones de 5.04 % y 5.30%, respectivamente. Asimismo, para los bloques con adición de caucho granulado y aserrín en un 10%, se tienen los siguientes resultados: para una dosificación de 1:6, se obtuvieron las absorciones de 6.57% y 7.81% respectivamente; para una dosificación de 1:7 se alcanzaron las absorciones de 6.74% y 8.27%; y con la dosificación 1:8, se obtuvieron las absorciones de 7.27% y 8.72%. Por otro lado, se tiene a los bloques de concreto con un 20% de adición de caucho granulado y aserrín, de los cuales, para una dosificación de 1:6 se obtuvieron absorciones de 7.26% y 10.09%.

Asimismo, para una dosificación de 1:7 las tasas de absorción fueron de 8.27% y 11.14% respectivamente. Finalmente, se alcanzaron absorciones de 8.65% y 11.97% para la dosificación 1:8.

Se observa un aumento de la absorción en los bloques de concreto a medida que se incrementa el porcentaje de incorporación de perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín. Además, se ha identificado que los bloques de concreto con una adición del 20% de aserrín y una dosificación de 1:8 son los más porosos, teniendo una variación de 7.22% de absorción en comparación con los resultados de los bloques patrón. Sin embargo, esto no implica un aumento en la resistencia de los bloques de concreto; no obstante, aumentar los porcentajes moderados proporciona mejores factores de eficacia.

Por otro lado, se tienen los resultados de los porcentajes máximos obtenidos del ensayo de variación dimensional realizado en los bloques de concreto, respecto de los bloques patrón, cuyas dimensiones de diseño son 12cm x 40cm x 18cm. Dicho ensayo fue

<b>Máximas variaciones dimensionales de las bloquetas de concreto</b>			
<b>Bloques con % de adición</b>	<b>Max % V. Ancho</b>	<b>Max% V. Largo</b>	<b>Max% V. Alto</b>
Bloque patrón	-0.67%	0.50%	-1.00%
10% poliestireno	0.75%	0.47%	0.63%
20% poliestireno	0.72%	0.33%	0.62%
10% caucho	-0.47%	0.60%	-0.58%
20% caucho	-0.87%	0.75%	-0.67%
10% aserrín	-0.62%	-0.47%	0.65%
20% aserrín	-0.57%	-0.42%	0.58%

realizado según lo establecido en la Normativa Técnica Peruana (NTP) 399.613.

**Tabla 2.** *Variación dimensional de las bloquetas de concreto.*

En la tabla 2, se observan los valores máximos de variación dimensional de los bloques de concreto fabricados con las dosificaciones 1:6 ,1:7 y 1:8 (1 parte de cemento portland tipo I y 6,7,8 partes de confitillo), y con adiciones del 10% y del 20% de perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín.

De los resultados obtenidos en la tabla 2, referentes a la variación dimensional, se ha observado que, no se puede establecer una relación directa del incremento o disminución de la variación dimensional con la incorporación de poliestireno, caucho granulado y aserrín, debido a que otros factores como la proporción de la mezcla, las condiciones ambientales, desmoldeo y manipulación, así como el desgaste del molde, también influyen en los resultados.

Para la determinación del alabeo, se ha seguido el procedimiento establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) 399.613. Para lo cual se tomaron 5 unidades de bloques de concreto con 28 días de curado, con dosificaciones de 1:6, 1:7 y 1:8, y porcentajes de adición de perlas de poliestireno, caucho granulado y aserrín del 10% y 20%. Además,

Muestras	Promedio	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1:6 (*)	0.62	1.29
1:7 (*)	0.7	1.67
1:8 (*)	0.8	1.44
1:6 P-10%	1.05	2.09
1:7 P-10%	1.1	1.17
1:8 P-10%	0.7	1.54
1:6 P - 20%	1.35	1.55
1:7 P 20%	1.15	1.44
1:8 P-20%	0.9	1.27
1:6 C - 10%	1.05	1.24
1:7 C - 10%	1.75	0.62
1:8 C - 10%	0.95	1.42
1:6 C - 20%	1.8	1.32
1:7 C - 20%	0.7	1.95
1:8 C - 20%	0.3	1.39
1:6 A - 10%	1.35	1.64
1:7 A - 10%	0.5	1.32
1:8 A - 10%	0.9	0.94
1:6 A - 20%	1.4	1.67
1:7 A - 20%	1.05	1.62
1:8 A - 20%	0.52	1.44

se incluyeron bloques de concreto patrón, haciendo un total de 105 muestras, es decir, 21 grupos de 5 muestras cada uno.

**Tabla 3.** Promedio de ensayo de alabeo.

A: Aserrín P: Poliestireno C: Caucho (\*): Bloque patrón

De la tabla 3, se verifica que los resultados cumplen con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-070, el cual especifica que para bloques del tipo P (bloque usado en la construcción de muros portantes), el alabeo máximo es de 4mm.

El alabeo es una propiedad física que puede afectar la resistencia de un bloque de concreto, debido a que un mayor alabeo, concavidad o convexidad al permisible, conducirá a un espesor de junta mayor. El cual además disminuirá la adherencia con el mortero, por la formación de vacíos en las zonas con alabeo, generando disminución de la resistencia y la fuerza cortante del muro, e incluso se podrían producir fallas de tracción por el flexionamiento de las unidades de albañilería [11]. En el caso presentado en la tabla 3, no se tendrá inconveniente alguno, ya que los valores promedio de alabeo están por debajo del máximo permisible. Además, es importante destacar que la adición de uno u

otro material a la mezcla de concreto no tiene una relación directa con el alabeo de las unidades de albañilería.

La resistencia a la compresión axial es una propiedad mecánica de los bloques de concreto, el cual es necesario determinar, a fin de obtener la resistencia de los elementos estructurales (muros).

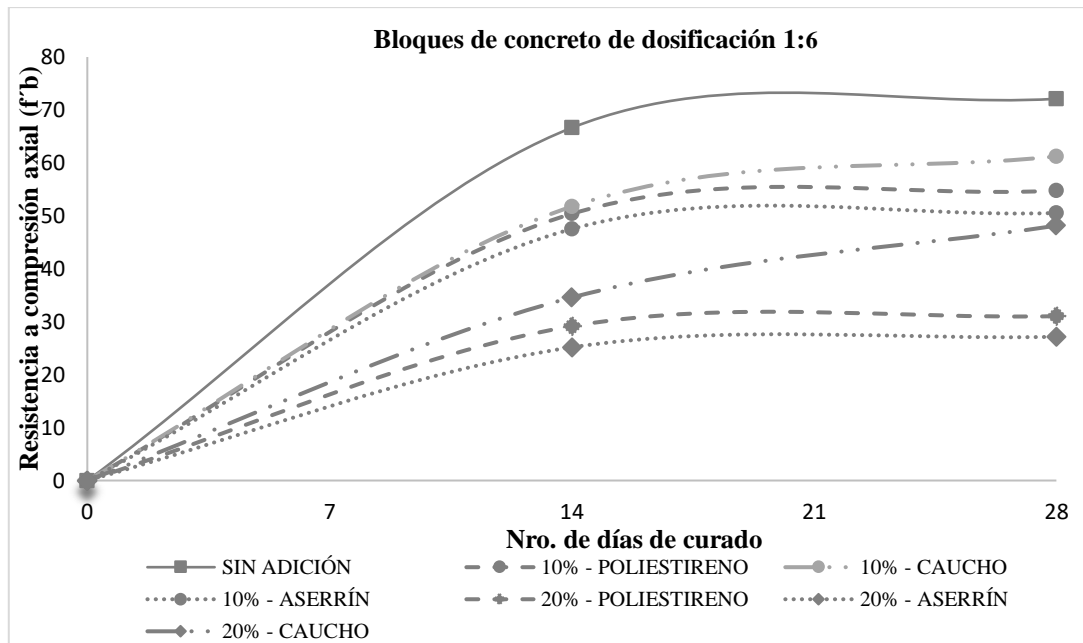
Se realizó el ensayo de resistencia a compresión axial ( $f'_b$ ), para el cual se tomaron 210 muestras de bloques de concreto: sin adición y con adición de poliestireno, caucho y

Dosificación	% de adición	Material	Días			
			0	14	28	
			Promedio $f'_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )			
1:6	Sin adición	-	0	66.64	72.11	
		Poliestireno	0	50.38	54.74	
		Caucho	0	51.75	61.23	
	10%	Aserrín	0	47.52	50.54	
		Poliestireno	0	29.16	31.05	
		Caucho	0	34.57	48.14	
	20%	Aserrín	0	25.17	27.16	
		Sin adición	-	0	63.55	66.15
		Poliestireno	0	54.56	60.04	
1:7	10%	Caucho	0	41.75	56.53	
		Aserrín	0	39.15	43.14	
		Poliestireno	0	32.16	42.33	
	20%	Caucho	0	23.05	36.17	
		Aserrín	0	16.61	20.93	
		Sin adición	-	0	60.69	64.13
1:8	10%	Poliestireno	0	60.03	63.74	
		Caucho	0	31.47	51.42	
		Aserrín	0	26.74	31.28	
	20%	Poliestireno	0	38.23	46.99	
		Caucho	0	13.04	19.06	
		Aserrín	0	11.75	13.68	

aserrín en porcentajes del 10% y 20%, y dosificaciones de 1:6, 1:7 y 1:8. Estas muestras fueron distribuidas en dos grupos a fin de evaluar los resultados a los 14 y 28 días de curado (se realizaron 5 muestras por cada combinación de dosificación y porcentaje de adición de los materiales).

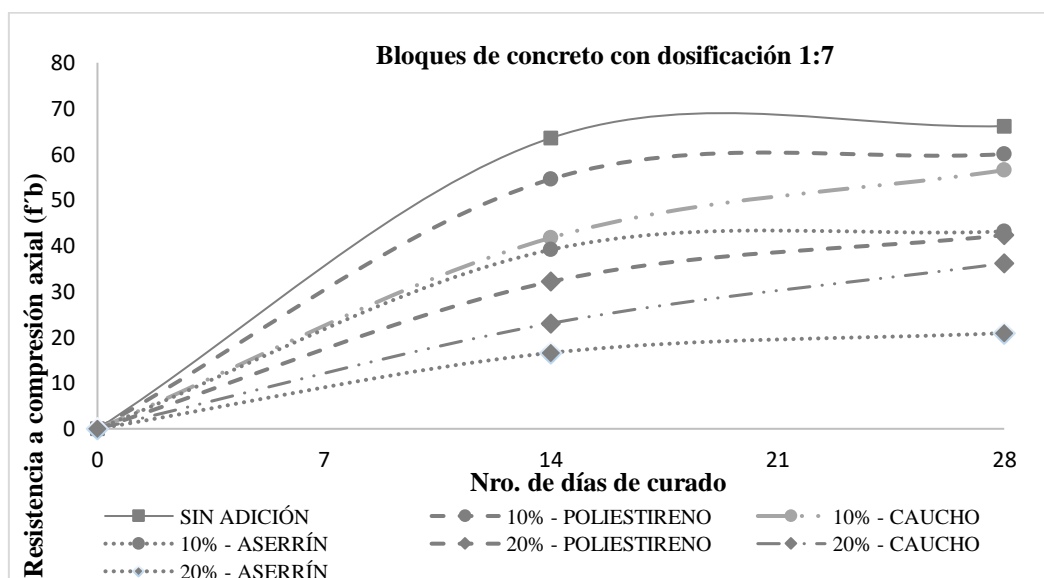
**Tabla 4.** Resistencia a compresión axial ( $f'_b$ ).

En la tabla 4, se aprecia que los promedios de resistencia alcanzados a los 14 y 28 días en los bloques patrón son mayores que en los bloques con materiales añadidos, en las tres dosificaciones (1:6, 1:7 y 1:8). Además, las resistencias alcanzadas superan el valor establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-070, el cual es de 50 kg/cm<sup>2</sup>.



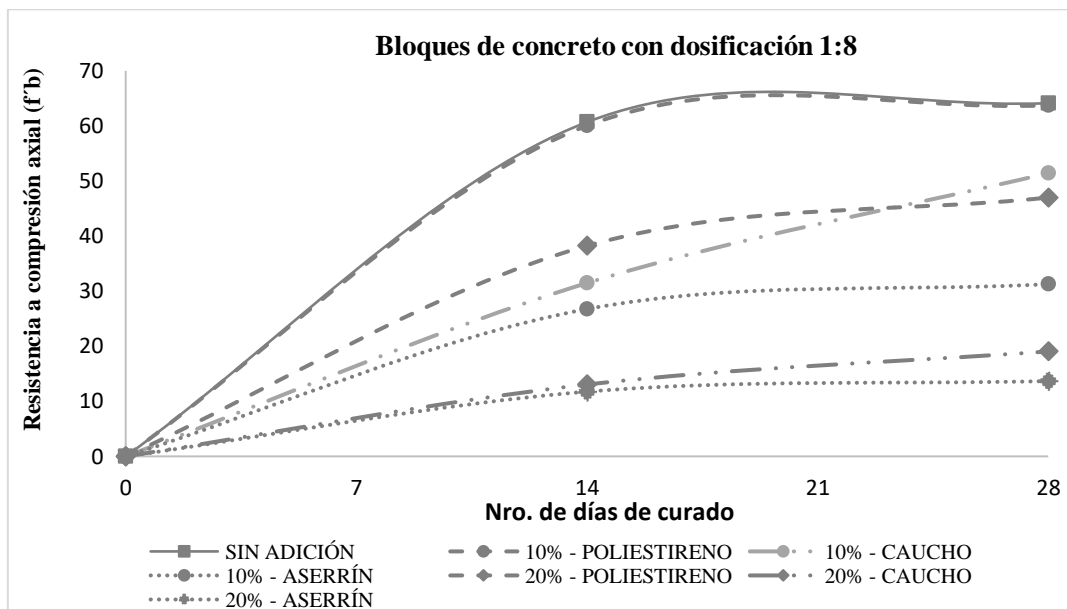
**Figura 2.** Resistencia a la compresión  $f'b$   $\text{kg/cm}^2$  - dosificación 1:6.

En la figura 2, se observa la resistencia a compresión axial de los bloques de concreto con una dosificación 1:6. La mayor resistencia obtenida es de  $72.11 \text{kg/cm}^2$  con 28 días de curado, el cual corresponde a la muestra patrón. Sin embargo, los bloques con adición de 10% de caucho, presentaron una resistencia de  $61.23 \text{kg/cm}^2$  a los 28 días de curado, cumpliendo con la normativa vigente. Por otro lado, se tienen dos promedios de resistencia a compresión con 28 días de curado que cumplen con la resistencia mínima requerida: los bloques con 10 % de adición de poliestireno, con  $54.74 \text{kg/cm}^2$ , y los bloques con 10 % de adición de aserrín, con  $50.54 \text{kg/cm}^2$ .



**Figura 3.** Resistencia a la compresión  $f'b$   $\text{kg/cm}^2$ .- dosificación 1:7.

En la figura 3, se aprecia las resistencias obtenidas por porcentaje de adición de poliestireno, caucho y aserrín para una dosificación de 1:7. De lo cual se verifica que la mayor resistencia promedio obtenida corresponde a la muestra patrón con 28 días de curado, con un resultado de 66.15 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, de los bloques con adición, la mayor resistencia obtenida se encuentra en los bloques con 10% de adición de poliestireno, el cual es de 60.04 kg/cm<sup>2</sup>. Además, para el promedio de las bloquetas con 10% de adición de caucho, se tiene una resistencia de 56.53 kg/cm<sup>2</sup> (detalle en tabla N° 4), lo cual también cumple con los límites permisibles.



**Figura 4.** Resistencia a la compresión  $f'c$  kg/cm<sup>2</sup>- dosificación 1:8.

En la figura 4, se aprecia la misma condición que en las dosificaciones 1:6 y 1:7, donde la mayor resistencia promedio corresponde a la muestra patrón, con un valor de 64.13kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, los bloques con adición que tienen mayor resistencia a los 28 días de curado corresponden a los bloques con 10% de adición de poliestireno, con una resistencia de 63.74 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, el promedio de resistencia de los bloques con 10% de adición de caucho es de 51.42 kg/cm<sup>2</sup> (detalle en tabla N° 4).

En la tabla 4, se observa un incremento en la resistencia promedio de las bloquetas con adición de poliestireno, ante el aumento de dosificación (1:6, 1:7 y 1:8), según el porcentaje de adición. Es decir, la resistencia de las bloquetas con 10% de adición de poliestireno aumenta paralelamente al incremento de dosificación (las resistencias promedio de cada dosificación cumplen con la resistencia mínima requerida), al igual que las bloquetas con 20 % de adición (las resistencias promedio de cada dosificación no

cumplen con la resistencia mínima requerida). Situación que no se observa en las resistencias promedio de las bloquetas con adición de caucho y aserrín, ya que la resistencia tiene a disminuir paralelamente al incremento de dosificación.

**Tabla 5.** Resumen de  $f'b$  máximos (28 días de curado).

Dosif.	% de adición	Material	Días		
			0	14	28
			Prom. $f'b$ (valores máximos)		
1:6	Sin adición	-	0	66.64	72.11
	10%	Poliestireno	0	50.38	54.74
		Caucho	0	51.75	61.23
		Aserrín	0	47.52	50.54
1:7	Sin adición	-	0	63.55	66.15
	10%	Poliestireno	0	54.56	60.04
		Caucho	0	41.75	56.53
1:8	Sin adición	-	0	60.69	64.13
	10%	Poliestireno	0	60.03	63.74
		Caucho	0	31.47	51.42

En la tabla 5, se muestran los valores máximos de resistencia a la compresión axial obtenidos después de 28 días de curado, los cuales se resumen a continuación: los bloques patrón compuestos por agua, cemento y confitillo produjeron valores de resistencia a la compresión axial superior al mínimo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-070, con las dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8. Por otro lado, se tiene que la resistencia a la compresión axial de los bloques de concreto con adición de poliestireno aumenta paralelamente al incremento de dosificación. A diferencia de los bloques de concreto con incorporación de caucho y aserrín, la resistencia disminuye ante el incremento de dosificación. Por lo tanto, los bloques que cumplen con la resistencia mínima requerida son los que tienen un porcentaje de adición de 10% de otro material. Es decir, cumplen con la resistencia mínima requerida los bloques con un 10% de incorporación de poliestireno y caucho para las dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8. Sin embargo, para los bloques con incorporación de 10% de aserrín, solo cumplen los que tienen una dosificación 1:6.

Habiendo efectuado el análisis respectivo de los resultados de los ensayos de las propiedades físicas (ensayo de absorción, variación dimensional y alabeo) y propiedades mecánicas (ensayo de resistencia a la compresión axial), se concluye que los bloques de concreto para las resistencias obtenidas a los 28 días de curado, que cumplen con lo establecido en el RNE E-070 ítem. “clasificación para fines estructurales”, son los siguientes:

**Tabla 6.** Clasificación de los bloques de concreto para fines estructurales según RNE E -070.

Bloqueta Prom. (dosificación y % de adición)	Material adicionado	F' b Prom.	Variación dimensional – promedio			Alabeo – promedio		Clasificación para fines estructurales
			Ancho (%)	Largo (%)	Alto (%)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	
1:6	Sin Adición	72.11	-0.50%	0.42%	-1.00%	0.62	1.29	Bloque P
1:7		66.15	-0.58%	0.43%	-0.92%	0.7	1.67	
1:8		64.13	-0.67%	0.50%	-0.67%	0.8	1.44	
1:6-10%	Poliestireno	54.74	0.75%	0.47%	0.63%	1.05	2.09	
1:7 -10%		60.04	0.67%	0.43%	0.45%	1.1	1.17	
1:8 -10%		63.74	0.57%	0.30%	0.28%	0.7	1.54	
1:6 -10%	Caucho	61.23	-0.42%	0.47%	-0.45%	1.05	1.24	
1:7 -10%		56.53	-0.40%	0.58%	-0.50%	1.75	0.62	
1:8 -10%		51.42	-0.47%	0.60%	-0.58%	0.95	1.42	
1:6 -10%	Aserrín	50.54	-0.62%	-0.25%	0.40%	1.35	1.64	

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los ensayos realizados para la obtención de las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión axial) y físicas (absorción, variación dimensional y alabeo) de los bloques de concreto patrón y de los bloques con porcentaje de incorporación de materia prima (aserrín, poliestireno y caucho), se pudo concluir lo siguiente:

- Los bloques de concreto con incorporación de perlas de poliestireno, aserrín y caucho granulado en porcentajes del 10% y 20%, utilizando dosificaciones de 1:6, 1:7 y 1:8 para su fabricación, y curados a los 14 y 28 días, no superaron la resistencia a compresión axial de los bloques patrón. La resistencia a compresión axial más elevada se obtuvo con la adición del 10% de poliestireno en la dosificación 1:8 (cemento y confitillo), con una resistencia promedio de  $f'b = 60.03 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días de curado y  $f'b = 63.74 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado. En comparación, el bloque patrón tuvo una resistencia promedio de  $f'b = 66.64 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días de curado y  $f'b = 72.11 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado con una dosificación de 1:6 (cemento y confitillo).
- Con los resultados de los ensayos realizados, se llevó a cabo la clasificación de los bloques de concreto para fines estructurales, conforme a lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-070. Este reglamento especifica que los parámetros de clasificación se basan en la variación dimensional, la resistencia a la compresión axial y el alabeo. De las 210 muestras de bloques de

concreto sometidas a ensayos de resistencia a compresión axial, variación dimensional y alabeo, se determinó que los bloques con adición de 10% de poliestireno y caucho, en las dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8, alcanzaron el esfuerzo mínimo requerido de 50 kg/cm<sup>2</sup> establecido en el RNE E-070. Por lo tanto, estos bloques fueron clasificados como tipo P, aptos para la construcción de muros portantes. Sin embargo, entre los bloques con adición de 10% de aserrín, solo los que tuvieron la dosificación 1:6 alcanzaron el esfuerzo mínimo requerido. Finalmente, se concluyó que, aunque los bloques de concreto que cumplieron con la resistencia mínima establecida en el RNE E-070 no superaron la resistencia a compresión axial de la muestra patrón, sí cumplieron con los parámetros de variación dimensional y alabeo establecidos en dicho reglamento.

- El bloque con el mayor porcentaje de absorción fue el que contenía un 20% de aserrín y tenía una dosificación de 1:8, alcanzando un porcentaje de absorción de 11.97%. Por otro lado, los bloques con adición de 20% de poliestireno y caucho, en una dosificación de 1:8, presentaron absorciones máximas de 5.30% y 8.65%, respectivamente. Todos los bloques evaluados cumplen con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E-070, que establece un porcentaje máximo de absorción del 12% para bloques de clase P (estructural).
- El porcentaje de adición óptimo es el 10% con una dosificación de 1:6, ya que esta combinación cumple con el esfuerzo mínimo requerido de 50 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado para los tres materiales evaluados: aserrín, perlas de poliestireno y caucho granulado. Por otro lado, se tiene que las dosificaciones 1:7 y 1:8 con un 10% de adición de poliestireno y caucho también cumplen con el requisito mínimo de resistencia. Sin embargo, para el aserrín, estas dosificaciones no cumplen con el esfuerzo mínimo requerido.
- La incorporación de poliestireno, caucho y aserrín como materiales reutilizables, en la fabricación de los 315 bloques de concreto, no solo permitió desarrollar el objetivo de la investigación (evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques con incorporación de dichos materiales), sino también contribuyó a la sostenibilidad ambiental y al cuidado de la población expuesta a estos materiales contaminantes.

## 6. RECOMENDACIONES

- Basado en los resultados de esta investigación, si se pretende realizar un concreto con la adición de los materiales estudiados, ya sea por razones ambientales, conseguir un concreto ligero y económico para la fabricación de bloquetas, lo más recomendable es optar por las dosificaciones 1:6, 1:7 y 1:8 con un porcentaje de 10% de adición de poliestireno o caucho, ya que cumplen con la resistencia mínima requerida de  $50 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado.
- Para obtener bloques de concreto que cumplan con las tolerancias dimensionales y permitan un desmolde inmediato, es necesario controlar que los agregados no contengan un exceso de material fino y que la dosificación del agua sea la adecuada. Esto es fundamental para evitar la rotura de los bloques al desmoldar las unidades.
- Se debe prestar especial atención a la duración del vibrado, ya que un bloque que no esté adecuadamente consolidado tiende a romperse con mayor facilidad.
- Para obtener una mezcla homogénea se recomienda el uso de una mezcladora tipo batea automática de tres a cinco minutos.

## 7. REFERENCIAS

- [1] F. Peña Aedo y J. F. Tufino Alvarado, «Análisis comparativo de la influencia de la geometría y la rugosidad de las fibras para concreto en las capacidades mecánicas del concreto y propuesta de empleo de fibras en zigzag y rugosas de PET reciclado,» Repositorio academico upc, Lima, 2023.
- [2] M. Farfán y E. Leonardo, «Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante,» *Ingeniería de Construcción*, vol. 33, n° 3, pp. 241-250, 2018.
- [3] L. Arthuz López y . W. Pérez Mora, «Alternativas de bajo impacto ambiental para el reciclaje del poliestireno expandido a nivel mundial.,» *Informador Técnico*, vol. 83, n° 2, pp. 209-2019, 2019.
- [4] E. J. Lara Guerrero, D. P. Guerrero Cuasapaz y B. I. Altamirano Leon, «Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto/Influence of rubber particles on the compressive strength of concrete blocks,» *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia*, pp. 134-141, 2020.
- [5] H. M. Amasifuén Polo, *Diseño De Bloques De Concreto Ligerero Con La Aplicación De Perlas De Poliestireno, Distrito De Tarapoto, San Martín – 2018*, Tarapoto, 2018.
- [6] C. N. Sánchez García, *Comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción*, Repositorio de la Universidad Privada del Norte, 2017.
- [7] «Materiales y Recubrimientos,» 2015. [En línea]. Available: <https://materialesyrecubrimientos.com/producto/perlas-de-poliestireno-expandido-eps/>.
- [8] M. Sócrates, V. José, A. James y G. Roberth, «Uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto: Una revisión literaria,» *Investigación Talentos*, vol. 8, n° 1, pp. 36-51, 2021.
- [9] J. Pineda Pineda, F. Sánchez del Castillo, A. Ramírez Arias, A. M. Castillo González, L. A. Valdés Aguilar y E. d. C. Moreno Pérez, «Aserrin de pino como sustrato hidropónico.I: Variación en características físicas durante cinco ciclos de cultivo.,» *Chapingo Serie Horticultura*, vol. 18, n° 1, pp. 95-111, 2012.
- [10] C. y. S. Ministerio de vivienda, RNE norma E.070 albañilería, lima, 2019.
- [11] R. C. Seminario, *variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la piura*: repositorio institucional pirhua, 2013.

- [12] H. L. Huirma Barriales, *Elaboración de bloques de concreto con la adición de aserrín para el uso en edificaciones de albañilería confinada*, Juliaca: Repositorio Uvc, 2021.
- [13] G. Moyano García , “*Bloques de concreto simple con adición de caucho reciclado, para mejorar la resistencia a compresión*, Tarapoto: Repositorio.ucv, 2019.
- [14] J. Alata Apaza, *Diseño de bloquetas de concreto con caucho reciclado de neumáticos para uso en muros de albañilería confinada*, Lima: Repositorio uvc, 2019.
- [15] W. T. Champi Ccorimanya y H. A. Cuevas Callo, *Determinación de las propiedades físico mecánicas de unidades de albañilería fabricados a base de concreto liviano con adición de perlas de poliestireno expandido, en porcentajes de 10%, 15% Y 20% en función al volumen del agregado fino.*, cusco: Repositorio UCA, 2020.
- [16] J. Arrieta Freyre y E. Peñaherrera Deza, *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*, Lima: Centro Peruano Japones de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres, 2001.

## 8. TABLAS Y FIGURAS

### 8.1. TABLAS

Tabla 7. Resultados promedio de ensayo de variación dimensional. Fuente: Los autores

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE BLOQUETAS DE CONCRETO - 28 DÍAS DE CURADO										
% DE ADICIÓN	DOSIFICACIÓN	MEDIDA NOMINAL			VAR. Ancho (mm)	V % MÁX. SEGÚN RNE	VAR. Largo (mm)	V % MÁX. SEGÚN RNE	VAR. Alto (mm)	V % MÁX. SEGÚN RNE
		12 MP. Ancho	40 MP. Largo	18 MP. Alto		±3		±2		±2
					V %				V %	
BLOQUETA PATRON	Bloqueta 1:6	12.06	39.95	18.12	-0.60	-0.50%	0.50	0.42%	-1.20	-1.00%
	Bloqueta 1:7	12.07	39.95	18.11	-0.70	-0.58%	0.52	0.43%	-1.10	-0.92%
	Bloqueta 1:8	12.08	39.94	18.08	-0.80	-0.67%	0.60	0.50%	-0.80	-0.67%
10% POLIESTIRE NO	Bloqueta 1:6	11.91	39.94	17.92	0.90	0.75%	0.56	0.47%	0.76	0.63%
	Bloqueta 1:7	11.92	39.95	17.95	0.80	0.67%	0.52	0.43%	0.54	0.45%
	Bloqueta 1:8	11.93	39.96	17.97	0.68	0.57%	0.36	0.30%	0.34	0.28%
20% POLIESTIRE NO	Bloqueta 1:6	11.92	39.96	17.95	0.78	0.65%	0.40	0.33%	0.50	0.42%
	Bloqueta 1:7	11.918	39.970	17.926	0.82	0.68%	0.30	0.25%	0.74	0.62%
	Bloqueta 1:8	11.914	39.980	17.944	0.86	0.72%	0.20	0.17%	0.56	0.47%
10% CAUCHO	Bloqueta 1:6	12.05	39.94	18.05	-0.50	-0.42%	0.56	0.47%	-0.54	-0.45%
	Bloqueta 1:7	12.05	39.93	18.06	-0.48	-0.40%	0.70	0.58%	-0.60	-0.50%
	Bloqueta 1:8	12.06	39.93	18.07	-0.56	-0.47%	0.72	0.60%	-0.70	-0.58%
20% CAUCHO	Bloqueta 1:6	12.09	39.92	18.06	-0.90	-0.75%	0.80	0.67%	-0.64	-0.53%
	Bloqueta 1:7	12.10	39.92	18.07	-1.00	-0.83%	0.84	0.70%	-0.72	-0.60%
	Bloqueta 1:8	12.10	39.91	18.08	-1.04	-0.87%	0.90	0.75%	-0.80	-0.67%
10% ASERRÍN	Bloqueta 1:6	12.07	40.03	17.95	-0.74	-0.62%	-0.30	-0.25%	0.48	0.40%
	Bloqueta 1:7	12.05	40.05	17.94	-0.50	-0.42%	-0.52	-0.43%	0.58	0.48%
	Bloqueta 1:8	12.06	40.06	17.92	-0.56	-0.47%	-0.56	-0.47%	0.78	0.65%
20% ASERRÍN	Bloqueta 1:6	12.07	40.05	17.92	-0.68	-0.57%	-0.50	-0.42%	0.78	0.65%
	Bloqueta 1:7	12.02	40.04	17.94	-0.20	-0.17%	-0.44	-0.37%	0.60	0.50%
	Bloqueta 1:8	12.02	40.03	17.93	-0.18	-0.15%	-0.34	-0.28%	0.70	0.58%

Tabla 8. Resultados de ensayo de alabeo. Los autores

BLOQUETA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR			ALABEO		PROMEDIO		
	CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)		CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)		CÓNCAVO (mm)	CONVEXO (mm)			
1:6 A -0%	1.2	0	0	3	0	2	1.5	1.05	0.88		
1:6 B -0%	0	1	0	2.5	1.2	0	2	0.55	1.13		
1:6 C -0%	0	0	1.5	0	0	1.2	3.2	0.3	1.18	0.62	1.29
1:6 D -0%	0	1.8	1	1.5	0	0	3	0.45	1.7		
1:6 E -0%	2	0	2.2	2	0	1	0	0.75	1.55		
1:7 A -0%	1	0	2	1.8	1	0	1	0.5	1.6		
1:7 B -0%	0	1.4	2	0	0	1.2	2.5	0.65	1.13	0.7	1.67
1:7 C -0%	2	0	1	2	0	1	3	0.75	2.2		

1:7 D-0%	0	1	0	2.7	1.4		3	1	0.6	1.68		
1:7 E-0%	1	2	2	2	1	0	0	3	1	1.75		
1:8 A -0%	3	0	1	1	0.5	1	0	0	1.13	0.5		
1:8 B -0%	1	0	3.2	1	0	0	2.5	2.7	0.25	2.35		
1:8 C-0%	1	2.4	2.5	3	2	0	1.2	0	1.35	1.68	0.8	1.44
1:8 D-0%	0.5	0	1	0	0	1.5	3	2	0.5	1.5		
1:8 E-0%	0	1	0	2.6	0	2	0	2	0.75	1.15		
1:6 P1 -10%	2	1.5	3	2.5	1	2.4	2	2.2	1.73	2.43		
1:6 P2 -10%	0	0	2	1.7	1.5	0	2.2	3	0.38	2.23		
1:6 P3-10%	0	0	1.4	2	0	3	1.5	0	0.75	1.23	1.05	2.09
1:6 P4-10%	0	2.6	3	0	2	0	3	2.8	1.15	2.2		
1:6 P5-10%	1	0	2	3	3	1	2	2.5	1.25	2.38		
1:7 P1 -10%	0	1	0	0	0	3	0	2	1	0.5		
1:7 P2 -10%	2	0	0	3	0	1.5	2	0	0.88	1.25		
1:7 P3-10%	2	2	1.5	1.6	3	0	0	1.6	1.75	1.18	1.1	1.17
1:7 P4-10%	2	0	2	0	2	2	0.2	0	1.5	0.55		
1:7 P5-10%	0	1.5	3	1	0	0	3	2.5	0.38	2.38		
1:8 P1-10%	0	2	3	0	0	1	1	1.5	0.75	1.38		
1:8 P2 -10%	0	0	2.5	2.6	1	0	0.2	1	0.25	1.58		
1:8 P3-10%	3	0	1.2	1	0	0	2	2.4	0.75	1.65	0.7	1.54
1:8 P4-10%	0	1	2	0	1	2	2.5	0	1	1.13		
1:8 P5-10%	3	0	0	3	0	0	2	2.8	0.75	1.95		
1:6 P1 -20%	3	2	3	1	1.5	2.8	3	2.5	2.33	2.38		
1:6 P2-20%	0	0	0	2	0	2.2	0	2	0.55	1		
1:6 P3-20%	2	1	0	1.8	2	0	1	0	1.25	0.7	1.35	1.55
1:6 P3-20%	2	0	3	0	0	1	1.5	1.8	0.75	1.58		
1:6 P3-20%	3	1.5	2	1.7	0	3	3	1.7	1.88	2.1		
1:7 P1 -20%	2	2	2	1.8	1	1.5	1	2.5	1.63	1.83		
1:7 P2-20%	0	0	1.2	0	3.5	0	1	2	0.88	1.05		
1:7P3 -20%	0	2	0	2.8	2	1	2	0	1.25	1.2	1.15	1.44
1:7P4 -20%	0	2.5	2	0	0	2.5	3.2	1.8	1.25	1.75		
1:7P5 -20%	1	0	2	1.5	2	0	0	2	0.75	1.38		
1:8 P1-20%	3	1	1.5	0	0	1	1	2	1.25	1.13		
1:8P2-20%	0	0	3	1	0	2	0	1	0.5	1.25		
1:8 P3-20%	2	0	0	2.5	1	1	2	0	1	1.13	0.9	1.27
1:8 P4-20%	0	2	0	2.6	0	0	0	2.5	0.5	1.28		
1:8 P5-20%	0	0	3	0	3	2	2.2	1	1.25	1.55		
1:6 C1 -10%	3	0	2	1	1	2	3	1	1.5	1.75		
1:6 C2 -10%	2	2.5	0	2	0	1.5	3	2	1.5	1.75		
1:6 C3-10%	1	0	1.2	1	3	0	1.2	0	1	0.85	1.05	1.24
1:6 C4-10%	1	0	1	0	0	3	1	2	1	1		
1:6 C5-10%	0	1	0	2	0	0	0	1.4	0.25	0.85		
1:7 C1 -10%	2	1	1	1	1	2.5	0	1	1.63	0.75		
1:7 C2 -10%	2	2.4	1	0	3	0	0	1	1.85	0.5		
1:7 C3-10%	1.5	1.5	0	1	0	3	0	0	1.5	0.25	1.75	0.62
1:7 C4-10%	3	0	3	0	2	2	0	1.2	1.75	1.05		
1:7 C5-10%	3	2.6	0	1	0	2.5	1.2	0	2.03	0.55		
1:8 C1 -10%	2	0	3.5	0	2	0	3	2.5	1	2.25		
1:8 C2 -10%	0	2.5	0	1.8	0	1.5	2	0	1	0.95		
1:8 C3-10%	0	0	1	0	0	0	1	2	0	1	0.95	1.42
1:8 C4-10%	3.5	1.5	2	1	0	2	0	0	1.75	0.75		
1:8 C5-10%	0	1	3	2	2	1	1	2.5	1	2.13		
1:6 C1 -20%	2	2	0	2	3	2.5	2	1	2.38	1.25		
1:6 C2-20%	1	2.5	1	0	3	0	3	1.5	1.63	1.38		
1:6 C3-20%	1	3	1.4	1	0	3	2	0	1.75	1.1	1.8	1.32
1:6 C4-20%	2	0	2	0	3	0	0	2	1.25	1		
1:6 C5-20%	2	1.5	3	2.5	2	2.4	0	2	1.98	1.88		
1:7 C1 -20%	1	0	2.5	2	0	1	3	2.6	0.5	2.53		
1:7 C2-20%	0	2	3	2.8	1	0	3	1.5	0.75	2.58		
1:7C3 -20%	2	0	1	1.6	0	0	0	2.6	0.5	1.3	0.7	1.95
1:7C4 -20%	3	0	2	2	0	1	0	1.4	1	1.35		
1:7C5 -20%	0	1	2	1	0	2	3	2	0.75	2		
1:8 C1-20%	0	1	3	2.8	0	1	3.2	0	0.5	2.25		
1:8C2-20%	0	0	0	1.6	0	0	0	1.4	0	0.75		
1:8C3-20%	0	1	2.2	2	0	0	0	1	0.25	1.3	0.3	1.39
1:8C4-20%	0	0	3	2	3	0	2	0	0.75	1.75		
1:8C5-20%	0	0	1	0	0	0	1.5	1	0	0.88		
1:6 A1 -10%	3	2	2	3	2	2	2.2	2	2.25	2.3	1.35	1.64

1:6 A2 -10%	1	0	1	1	2.5	0	2	0	0.88	1		
1:6 A3-10%	0	1.8	1	2.8	0	3	3	2.5	1.2	2.33		
1:6 A4-10%	2	0	2.2	1	0	2.5	2	2	1.13	1.8		
1:6 A5-10%	0	2.2	1	0	3	0	0	2	1.3	0.75		
1:7 A1 -10%	0	1	0	2	0	0	1	2.5	0.25	1.38		
1:7 A2 -10%	0	0	0	1.2	0	1	0	2	0.25	0.8		
1:7 A3-10%	0	0	3	0	2	0	3	2.5	0.5	2.13	0.5	1.32
1:7 A4-10%	0	1	0	1	0	1	1.2	0	0.5	0.55		
1:7 A5-10%	3	0	3	1	0	1	2	1	1	1.75		
1:8 A1 -10%	0	2	3	2	1	0	0	2.5	0.75	1.88		
1:8 A2 -10%	3	0	1	1.5	0	1	0	1	1	0.88		
1:8 A3-10%	3	0	1.2	0	2	0	1	0	1.25	0.55	0.9	0.94
1:8 A4-10%	0	2	1	2	0	1	0	1	0.75	1		
1:8 A5-10%	0	1	0	1.6	0	2	0	0	0.75	0.4		
1:6 A1 -20%	3	1	3	1	0	1.5	0	2.8	1.38	1.7		
1:6 A2-20%	1	2.5	0	2	0	2	0	1.4	1.38	0.85		
1:6 A3-20%	3	0	3.5	1	3	0	3	2.8	1.5	2.58	1.4	1.67
1:6 A4-20%	0	2.5	2	2	3	1	2	1	1.63	1.75		
1:6 A5-20%	1	0	1.2	0	0	3.5	2	2.6	1.13	1.45		
1:7 A1 -20%	0	1	3	1.8	2	1	1.2	1.6	1	1.9		
1:7 A2-20%	0	2.5	3	2	0	2	2	1.2	1.13	2.05		
1:7A3 -20%	1.5	0	1	1	2	0	3	2.4	0.88	1.85	1.05	1.62
1:7A4 -20%	0	2	0	1	0	2	0	0	1	0.25		
1:7A5 -20%	2	0	2	2.4	3	0	1	2.8	1.25	2.05		
1:8 A1-20%	0	0	3.5	1.6	0.2	0	0	1	0.05	1.53		
1:8 A2-20%	0	2	0	2	0	1	0	2	0.75	1		
1:8A3-20%	1	0	2.2	0	1	0	2.2	1	0.5	1.35	0.52	1.44
1:8A4-20%	0	1	1	2.4	0	1.2	2.5	1.4	0.55	1.83		
1:8A5-20%	3	0	0	2	0	0	3	1	0.75	1.5		

Tabla 9. Resultados de ensayo de absorción en bloques de concreto sin adición de otro material. Fuente: Los autores.

DESCRIPCIÓN	BLOQUETA DE CONCRETO SIN ADICION %														
	1:6					1:7					1:8				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso seco del espécimen (Gramos)	13094	13384	13354	13387	13360	13490	13105	13395	13290	13190	13817	13265	13759	13448	13778
Peso saturado del espécimen (Gramos)	13625	13968	13896	13998	13845	14058	13698	13998	13886	13784	14485	13952	14325	14076	14458
Absorción de Bloqueta en %	4.06%	4.36%	4.06%	4.56%	3.63%	4.21%	4.52%	4.50%	4.48%	4.50%	4.83%	5.18%	4.11%	4.67%	4.94%
PROMEDIO Absorción de Bloqueta en %	4.13%					4.45%					4.75%				

Tabla 10. Resultados de ensayo de absorción en bloques de concreto con 10% de adición de poliestireno. Fuente: Los autores.

DESCRIPCIÓN	BLOQUETA DE CONCRETO CON ADICION 10% POLIESTIRENO														
	1:6					1:7					1:8				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso seco del espécimen (Gramos)	12349	12544	12641	12544	12614	12355	12339	12275	12405	12248	12424	12423	12448	12578	12618
Peso saturado del espécimen (Gramos)	12845	13112	13240	13078	13125	12999	12898	12799	12998	12798	13128	13080	13078	13184	13170
Absorción de Bloqueta en %	4.02%	4.53%	4.74%	4.26%	4.05%	5.21%	4.53%	4.27%	4.78%	4.49%	5.67%	5.29%	5.06%	4.82%	4.37%
PROMEDIO Absorción de Bloqueta en %	4.32%					4.66%					5.04%				

Tabla 11. Resultados de ensayo de absorción en bloques de concreto con 20% de adición de poliestireno. Los autores.

DESCRIPCIÓN	BLOQUETA DE CONCRETO CON ADICION 20% POLIESTIRENO														
	1:6					1:7					1:8				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso seco del espécimen (Gramos)	11414	11744	11548	11487	11655	11552	11842	11548	11487	11655	11550	11731	11685	11836	11677
Peso saturado del espécimen (Gramos)	11882	12245	12039	12045	12215	12134	12454	12140	12080	12252	12184	12305	12315	12485	12287
Absorción de Bloqueta en %	4.10%	4.27%	4.25%	4.86%	4.80%	5.04%	5.17%	5.13%	5.16%	5.12%	5.49%	4.89%	5.39%	5.48%	5.22%
PROMEDIO Absorción de Bloqueta en %	4.46%					5.12%					5.30%				

Tabla 12. Resultados de ensayo de absorción en bloques de concreto con 10% de adición de caucho molido. Fuente: Los autores.

DESCRIPCIÓN	BLOQUETA DE CONCRETO CON ADICION %10 CAUCHO MOLIDO														
	1:6					1:7					1:8				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso seco del espécimen (Gramos)	12690	12979	12685	12884	12795	12589	12502	12685	12502	13102	13424	12845	12588	12645	12545
Peso saturado del espécimen (Gramos)	13504	13780	13614	13775	13567	13399	13375	13595	13285	13999	14450	13780	13380	13615	13480
Absorción de Bloqueta en %	6.41%	6.172%	7.324%	6.916%	6.03%	6.43%	6.98%	7.17%	6.26%	6.85%	7.64%	7.28%	6.29%	7.67%	7.45%
Absorción de Bloqueta en % (promedio)	6.57%					6.74%					7.27%				

Tabla 13. Resultados de ensayo de absorción en bloques de concreto con 20% de adición de caucho molido. Fuente: Los autores.

DESCRIPCIÓN	BLOQUETA DE CONCRETO CON ADICION %20 CAUCHO MOLIDO														
	1:6					1:7					1:8				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso seco del espécimen (Gramos)	12650	12413	12512	12754	12733	11720	11731	11742	11753	11764	11673	11638	11703	11568	11533
Peso saturado del espécimen (Gramos)	13457	13434	13447	13668	13634	12575	12648	12621	12657	12640	12667	12658	12687	12598	12531
Absorción de Bloqueta en %	6.38%	8.23%	7.47%	7.17%	7.08%	7.30%	7.82%	7.49%	7.69%	7.45%	8.52%	8.76%	8.41%	8.90%	8.65%
PROMEDIO Absorción de Bloqueta en %	7.26%					7.55%					8.65%				

Tabla 14. Resultados de ensayo de absorción en bloques de concreto con 10% de adición de aserrín. Fuente: Los autores.

DESCRIPCIÓN	BLOQUETA DE CONCRETO CON ADICION %10 ASERIN														
	1:6					1:7					1:8				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso seco del espécimen (Gramos)	12836	12979	13122	12798	12854	12827	12754	12836	12781	12726	12798	12887	12830	12846	12862
Peso saturado del espécimen (Gramos)	13887	13895	14058	13798	13994	13809	13897	13757	13834	13911	13898	13998	13957	13972	13997
Absorción de Bloqueta en %	8.19%	7.06%	7.13%	7.81%	8.87%	7.66%	8.96%	7.18%	8.24%	9.31%	8.60%	8.62%	8.78%	8.77%	8.82%
PROMEDIO Absorción de Bloqueta e %	7.81%					8.27%					8.72%				

Tabla 15. Resultados de ensayo de absorción en bloques de concreto con 20% de adición de aserrín. Fuente: Los autores.

DESCRIPCIÓN	BLOQUETA DE CONCRETO CON ADICION %20 ASERIN														
	1:6					1:7					1:8				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso seco del espécimen (Gramos)	11851	11850	11886	11864	11843	11892	11906	11920	11934	11948	11942	11983	12024	12065	12106
Peso saturado del espécimen (Gramos)	13104	12974	13078	13075	13047	13048	13148	13248	13348	13448	13504	13263	13465	13529	13662
Absorción de Bloqueta en %	10.57%	9.49%	10.03%	10.21%	10.17%	9.72%	10.43%	11.14%	11.85%	12.55%	13.08%	10.68%	11.98%	12.13%	12.85%
PROMEDIO Absorción de Bloqueta e %	10.09%					11.14%					11.97%				

Tabla 16. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto sin adición de otro material, a los 14 días de curado. Fuente: Los autores.

SIN ADICIÓN	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f'b= kg/cm2 (RNE E-070)	AREA (cm2)	CARGA APLICADA (KG)	f'b	%	f'b PROM.	
GRUPO 01	1:6 A -0%	13.789					479.60	34830	72.62	145.25%	
	1:6 B -0%	13.394					479.64	28390	59.19	118.38%	
	1:6 C -0%	13.425	1:6	0%	50		478.96	32350	67.54	135.08%	66.64
	1:6 D -0%	13.536					479.64	31980	66.68	133.35%	
	1:6 E -0%	13.392					478.80	32150	67.15	134.29%	
	1:7 A -0%	13.158					484.00	30120	62.23	124.46%	
	1:7 B -0%	13.387					480.00	31020	64.63	129.25%	
	1:7 C -0%	13.221	1:7	0%	50		480.00	30260	63.04	126.08%	63.55
	1:7 D -0%	13.198					485.39	31220	64.32	128.64%	
	1:7 E -0%	13.355					478.80	30420	63.53	127.07%	
	1:8 A -0%	13.230					480	30470	63.48	126.96%	
	1:8 B -0%	12.834	1:8	0%	50		478.44	27990	58.50	117.01%	60.69

1:8 C-0%	12.986	480	29380	61.21	122.42%
1:8 D-0%	13.144	478.6	28520	59.59	119.18%
1:8 E-0%	13.050	480	29120	60.67	121.33%

Tabla 17. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto con adición de poliestireno en 10% y 20%, a los 14 días de curado. Fuente: Los autores.

POLIESTIRENO	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f'b= kg/cm2 (RNE E-070)	AREA (cm2)	CARGA APLICADA (KG)	f'b	%	f'b PROM.
GRUPO 01	1:6 P1 -10%	12.849	1:6	10%	50	479.40	24050	50.17	100.33%	50.38
	1:6 P2 -10%	12.722				480.00	24740	51.54	103.08%	
	1:6 P3-10%	12.738				478.00	23980	50.17	100.33%	
	1:6 P4-10%	12.702				480.44	24100	50.16	100.32%	
	1:6 P5-10%	12.805				478.80	23880	49.87	99.75%	
	1:7 P1 -10%	12.505	1:7	10%	50	478.40	26210	54.79	109.57%	54.56
	1:7 P2 -10%	12.627				479.52	25980	54.18	108.36%	
	1:7 P3-10%	12.592				484.00	26520	54.79	109.59%	
	1:7 P4-10%	12.684				478.60	25920	54.16	108.32%	
	1:7 P5-10%	12.571				480.00	26350	54.90	109.79%	
	1:8 P1-10%	12.483	1:8	10%	50	481.76	29560	61.36	122.72%	60.03
	1:8 P2 -10%	12.077				480.00	29180	60.79	121.58%	
	1:8 P3-10%	12.265				479.20	28260	58.97	117.95%	
	1:8 P4-10%	12.412				479.76	29050	60.55	121.10%	
	1:8 P5-10%	12.398				478.80	28000	58.48	116.96%	
GRUPO 02	1:6 P1 -20%	12.033	1:6	20%	50	479.20	15780	32.93	65.86%	29.16
	1:6 P2-20%	11.901				482.79	12660	26.22	52.45%	
	1:6 P3-20%	11.820				479.64	14620	30.48	60.96%	
	1:6 P3-20%	11.910				478.00	13920	29.12	58.24%	
	1:6 P3-20%	11.803				480.00	12980	27.04	54.08%	
	1:7 P1 -20%	11.784	1:7	20%	50	476.00	15720	33.03	66.05%	32.16
	1:7 P2-20%	11.693				483.40	14980	30.99	61.98%	
	1:7P3 -20%	11.797				480.00	15830	32.98	65.96%	
	1:7P4 -20%	11.712				480.00	14980	31.21	62.42%	
	1:7P5 -20%	11.673				479.40	15620	32.58	65.16%	
	1:8 P1-20%	11.649	1:8	20%	50	480.00	16690	34.77	69.5%	38.23
	1:8P2-20%	11.508				478.80	20120	42.02	84.0%	
	1:8 P3-20%	11.652				476.00	18240	38.32	76.6%	
	1:8 P4-20%	11.589				480.72	17865	37.16	74.3%	
	1:8 P5-20%	11.627				478.80	18620	38.89	77.8%	

Tabla 18. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto con adición de caucho en 10% y 20%, a los 14 días de curado. Fuente: Los autores.

CAUCHO	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f'b= kg/cm2 (RNE E-070)	AREA (cm2)	CARGA APLICADA (KG)	f'b	%	f'b PROM.
GRUPO 01	1:6 C1 -10%	13.324	1:6	10%	50	480	22670	47.23	94.46%	51.75
	1:6 C2 -10%	13.454				479	26860	56.10	112.20%	
	1:6 C3-10%	13.125				476	24350	51.16	102.31%	
	1:6 C4-10%	13.000				478	25120	52.55	105.10%	
	1:6 C5-10%	13.402				480	24830	51.73	103.46%	
	1:7 C1 -10%	12.956	1:7	10%	50	479.52	20230	42.19	84.38%	41.75

	1:7 C2 -10%	12.921				480.00	19650	40.94	81.88%	
	1:7 C3-10%	12.857				476.00	20100	42.23	84.45%	
	1:7 C4-10%	12.869				480.00	19650	40.94	81.88%	
	1:7 C5-10%	12.861				479.52	20350	42.44	84.88%	
	1:8 C1 -10%	12.659				480.00	17410	36.27	72.54%	
	1:8 C2 -10%	12.724				480.80	12780	26.58	53.16%	
	1:8 C3-10%	12.680	1:8	10%	50	476.80	14620	30.66	61.33%	31.47
	1:8 C4-10%	12.725				479.28	14980	31.26	62.51%	
	1:8 C5-10%	12.622				480.00	15630	32.56	65.13%	
	1:6 C1 -20%	12.712				478.80	17540	36.63	73.27%	
	1:6 C2-20%	12.219				476.40	15390	32.30	64.61%	
	1:6 C3-20%	12.458	1:6	10%	50	480.00	17380	36.21	72.42%	34.57
	1:6 C4-20%	12.525				478.80	15220	31.79	63.58%	
	1:6 C5-20%	12.632				480.08	17250	35.93	71.86%	
<b>GRUPO 02</b>	1:7 C1 -20%	12.002				480.32	11380	23.69	47.39%	
	1:7 C2-20%	11.928				480.00	11320	23.58	47.17%	
	1:7C3 -20%	11.857	1:7	10%	50	478.00	10450	21.86	43.72%	23.05
	1:7C4 -20%	11.842				478.92	11120	23.22	46.44%	
	1:7C5 -20%	11.908				475.61	10120	21.28	42.56%	
	1:8 C1-20%	11.785				480.00	5730	11.94	23.88%	
	1:8C2-20%	11.651				480.00	6770	14.10	28.21%	
	1:8C3-20%	11.720	1:8	10%	50	482.79	6240	12.92	25.85%	13.04
	1:8C4-20%	11.682				477.92	6590	13.79	27.58%	
	1:8C5-20%	11.706				479.04	5970	12.46	24.92%	

Tabla 19. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto con adición de aserrín en 10% y 20%, a los 14 días de curado. Fuente: Los autores.

ASERRÍN	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f <sub>b</sub> = kg/cm <sup>2</sup> (RNE E-070)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (KG)	f <sub>b</sub>	%	f <sub>b</sub> PROM.
	1:6 A1 -10%	12.429				480	23140	48.21	96.42%	
	1:6 A2 -10%	12.380				476	22160	46.60	93.20%	
	1:6 A3-10%	12.402	1:6	10%	50	480	23090	48.10	96.21%	47.52
	1:6 A4-10%	12.396				479	22050	46.03	92.06%	
	1:6 A5-10%	12.418				476	23170	48.63	97.27%	
<b>GRUPO 01</b>	1:7 A1 -10%	12.300				488.00	18120	37.13	74.26%	
	1:7 A2 -10%	12.285				479.64	18340	38.24	76.47%	
	1:7 A3-10%	12.256	1:7	10%	50	476.00	19640	41.26	82.52%	39.15
	1:7 A4-10%	12.310				480.00	18960	39.50	79.00%	
	1:7 A5-10%	12.328				480.00	19010	39.60	79.21%	
	1:8 A1 -10%	12.218				476.00	13220	27.77	55.55%	
	1:8 A2 -10%	12.229				474.81	12120	25.53	51.05%	
	1:8 A3-10%	12.195	1:8	10%	50	480.00	13140	27.38	54.75%	26.74
	1:8 A4-10%	12.209				479.40	12100	25.24	50.48%	
	1:8 A5-10%	12.222				476.80	13260	27.81	55.62%	

GRUPO 02	1:6 A1 -20%	12.179				480	12680	26.42	52.83%	
	1:6 A2-20%	12.202				480	11840	24.67	49.33%	
	1:6 A3-20%	12.269	1:6	20%	50	479.28	12760	26.62	53.25%	25.17
	1:6 A4-20%	12.186				484	11020	22.77	45.54%	
	1:6 A5-20%	12.193				480.4	12180	25.35	50.71%	
	1:7 A1 -20%	12.000				480.00	10520	21.92	43.83%	
	1:7 A2-20%	11.876				482.79	9250	19.16	38.32%	
	1:7A3 -20%	11.905	1:7	20%	50	480.00	10020	20.88	41.75%	16.61
	1:7A4 -20%	11.804				476.40	9040	18.98	37.95%	
	1:7A5 -20%	11.869				480.00	1010	2.10	4.21%	
	1:8 A1-20%	11.705				480.00	5260	10.96	21.92%	
	1:8 A2-20%	11.693				481.92	6300	13.07	26.15%	
	1:8A3-20%	11.690	1:8	20%	50	480.00	5130	10.69	21.38%	11.75
	1:8A4-20%	11.707				476.00	6270	13.17	26.34%	
	1:8A5-20%	11.685				478.80	5200	10.86	21.72%	

Tabla 20. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto sin adición de otro material, a los 28 días de curado. Fuente: Los autores.

SIN ADICIÓN	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f'b= kg/cm2 (RNE E-070)	AREA (cm2)	CARGA APLICADA (KG)	f'b	%	f'b PROM.
	1:6 A -0%	13.094				484.00	38720	80.00	160.00%	
	1:6 B -0%	13.384				478.20	30420	63.61	127.23%	
	1:6 C-0%	13.354	1:6	0%	50	480.00	35360	73.67	147.33%	72.11
	1:6 D-0%	13.387				488.00	34120	69.92	139.84%	
	1:6 E-0%	13.360				478.80	35120	73.35	146.70%	
GRUPO 01	1:7 A -0%	13.290				484.79	32850	67.76	135.52%	
	1:7 B -0%	13.105				480.00	31640	65.92	131.83%	
	1:7 C-0%	13.290	1:7	0%	50	487.27	31750	65.16	130.32%	66.15
	1:7 D-0%	13.290				480.00	32120	66.92	133.83%	
	1:7 E-0%	13.190				478.80	31130	65.02	130.03%	
	1:8 A -0%	13.817				480.00	31950	66.56	133.13%	
	1:8 B -0%	13.265				481.58	27220	56.52	113.04%	
	1:8 C-0%	13.059	1:8	0%	50	484.00	31870	65.85	131.69%	64.13
	1:8 D-0%	13.048				486.78	31750	65.22	130.45%	
	1:8 E-0%	13.257				480.00	31910	66.48	132.96%	

Tabla 21. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto con adición de poliestireno en 10% y 20%, a los 28 días de curado. Fuente: Los autores.

POLIESTIRENO	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f'b= kg/cm2 (RNE E-070)	AREA (cm2)	CARGA APLICADA (KG)	f'b	%	f'b PROM.
GRUPO 01	1:6 P1 -10%	12.349	1:6	10%	50	479.20	26380	55.05	110.10%	54.74
	1:6 P2 -10%	12.544				472.82	26520	56.09	112.18%	
	1:6 P3-10%	12.641				478.80	25890	54.07	108.15%	
	1:6 P4-10%	12.544				468.47	26180	55.88	111.77%	
	1:6 P5-10%	12.614				479.40	25230	52.63	105.26%	
	1:7 P1 -10%	12.255	1:7	10%	50	476.40	28110	59.01	118.01%	60.04
	1:7 P2 -10%	12.239				474.81	29120	61.33	122.66%	
	1:7 P3-10%	12.375				477.60	28410	59.48	118.97%	
	1:7 P4-10%	12.205				472.70	29060	61.48	122.95%	
	1:7 P5-10%	11.989				479.40	28230	58.89	117.77%	
	1:8 P1-10%	12.424	1:8	10%	50	476.80	30500	63.97	127.94%	63.74
	1:8 P2 -10%	12.423				476.81	31260	65.56	131.12%	
	1:8 P3-10%	12.548				477.60	30020	62.86	125.71%	
	1:8 P4-10%	12.578				473.64	30120	63.59	127.19%	
	1:8 P5-10%	12.618				479.40	30080	62.75	125.49%	
GRUPO 02	1:6 P1 -20%	11.414	1:6	20%	50	476.80	12900	27.06	54.11%	31.05
	1:6 P2-20%	11.744				476.00	14630	30.74	61.47%	
	1:6 P3-20%	11.548				476.41	15960	33.50	67.00%	
	1:6 P3-20%	11.487				474.00	14990	31.62	63.25%	
	1:6 P3-20%	11.655				478.80	15480	32.33	64.66%	
	1:7 P1 -20%	11.852	1:7	20%	50	476.00	20350	42.75	85.50%	42.33
	1:7 P2-20%	11.744				476.00	20680	43.45	86.89%	
	1:7P3 -20%	11.548				477.40	19640	41.14	82.28%	
	1:7P4 -20%	11.487				473.60	20210	42.67	85.35%	
	1:7P5 -20%	11.655				478.80	19930	41.62	83.25%	
	1:8 P1-20%	11.550	1:8	20%	50	478.00	22840	47.78	95.6%	46.99
	1:8P2-20%	11.731				476.00	21320	44.79	89.6%	
	1:8 P3-20%	12.074				476.20	22990	48.28	96.6%	
	1:8 P4-20%	11.936				472.00	21970	46.55	93.1%	
	1:8 P5-20%	12.198				479.40	22800	47.56	95.1%	

Tabla 22. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto con adición de caucho en 10% y 20%, a los 28 días de curado. Fuente: Los autores.

CAUCHO	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f <sub>b</sub> = kg/cm <sup>2</sup> (RNE E-070)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (KG)	f <sub>b</sub>	%	f <sub>b</sub> PROM.
GRUPO 01	1:6 C1 -10%	12.6900	1:6	10%	50	480	29910	62.31	124.63%	61.23
	1:6 C2 -10%	12.795				485	28670	59.07	118.13%	
	1:6 C3-10%	12.685				480	29840	62.17	124.33%	
	1:6 C4-10%	12.884				482	28950	60.01	120.02%	
	1:6 C5-10%	12.979				479	29970	62.59	125.19%	
	1:7 C1 -10%	12.989	1:7	10%	50	480	26850	55.94	111.88%	56.53
	1:7 C2 -10%	13.102				486	27360	56.34	112.69%	
	1:7 C3-10%	13.285				480	25990	54.15	108.29%	
	1:7 C4-10%	13.102				481	27840	57.88	115.76%	
	1:7 C5-10%	13.102	479	27930	58.33	116.67%				
	1:8 C1 -10%	13.424	1:8	10%	50	480	23880	49.75	99.50%	51.42
	1:8 C2 -10%	12.845				485	25820	53.21	106.42%	
	1:8 C3-10%	12.988				480	24930	51.94	103.88%	
	1:8 C4-10%	12.845				483	23980	49.67	99.34%	
	1:8 C5-10%	12.845				479	25160	52.55	105.10%	
GRUPO 02	1:6 C1 -20%	12.650	1:6	20%	50	480	26880	56.00	112.00%	48.14
	1:6 C2-20%	12.413				490	19610	40.06	80.12%	
	1:6 C3-20%	12.512				480	22990	47.90	95.79%	
	1:6 C4-20%	12.754				485	23640	48.76	97.53%	
	1:6 C5-20%	12.733				479	22980	47.99	95.99%	
	1:7 C1 -20%	11.720	1:7	20%	50	480	17120	35.67	71.33%	36.17
	1:7 C2-20%	11.731				489	18050	36.89	73.78%	
	1:7C3 -20%	11.742				482	17110	35.50	71.00%	
	1:7C4 -20%	11.753				485	18060	37.25	74.51%	
	1:7C5 -20%	11.764				479	17020	35.55	71.09%	
	1:8 C1-20%	11.673	1:8	20%	50	480	8570	17.85	35.71%	19.06
	1:8C2-20%	11.638				487	9750	20.02	40.05%	
	1:8C3-20%	11.703				485	9680	19.97	39.93%	
	1:8C4-20%	11.568				485	8620	17.78	35.56%	
	1:8C5-20%	11.533				479	9410	19.65	39.31%	

Tabla 23. Resultados de ensayo de compresión de concreto en bloques de concreto con adición de aserrín en 10% y 20%, a los 28 días de curado. Fuente: Los autores.

ASERRÍN	BLOQUETA	PESO (kg)	DOSIFICACIÓN	ADICIÓN	f <sub>b</sub> = kg/cm <sup>2</sup> (RNE E-070)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA APLICADA (KG)	f <sub>b</sub>	%	f <sub>b</sub> PROM.
GRUPO 01	1:6 A1 -10%	12.836	1:6	10%	50	482	24050	49.87	99.74%	50.54
	1:6 A2 -10%	12.979				485	25010	51.61	103.22%	
	1:6 A3 -10%	13.122				481	24320	50.57	101.13%	
	1:6 A4 -10%	12.798				484	24740	51.12	102.23%	
	1:6 A5 -10%	12.854				485	24020	49.55	99.09%	
	1:7 A1 -10%	12.827	1:7	10%	50	484	20210	41.73	83.45%	43.14
	1:7 A2 -10%	12.754				481	21230	44.14	88.28%	
	1:7 A3 -10%	12.836				481	20670	42.96	85.91%	
	1:7 A4 -10%	12.781				483	21020	43.56	87.11%	
	1:7 A5 -10%	12.726				484	20970	43.33	86.65%	
	1:8 A1 -10%	12.798	1:8	10%	50	481	14850	30.90	61.80%	31.28
	1:8 A2 -10%	12.887				484	15680	32.42	64.85%	
	1:8 A3 -10%	12.830				485	14760	30.41	60.81%	
	1:8 A4 -10%	12.846				485	14960	30.85	61.69%	
	1:8 A5 -10%	12.862				480	15270	31.81	63.63%	
GRUPO 02	1:6 A1 -20%	11.851	1:6	20%	50	482	12830	26.60	53.19%	27.16
	1:6 A2 -20%	11.850				481	13310	27.66	55.32%	
	1:6 A3 -20%	11.886				486	12540	25.81	51.62%	
	1:6 A4 -20%	11.864				483	13980	28.93	57.86%	
	1:6 A5 -20%	11.843				484	12970	26.80	53.60%	
	1:7 A1 -20%	11.892	1:7	20%	50	482	10080	20.90	41.79%	20.93
	1:7 A2 -20%	11.906				481	10100	20.98	41.96%	
	1:7A3 -20%	11.920				480	10030	20.90	41.79%	
	1:7A4 -20%	11.934				481	10140	21.07	42.14%	
	1:7A5 -20%	11.948				482	10010	20.78	41.57%	
	1:8 A1 -20%	11.942	1:8	20%	50	481	6230	12.94	25.88%	13.68
	1:8 A2 -20%	11.983				482	6120	12.70	25.39%	
	1:8A3 -20%	12.024				481	6790	14.13	28.26%	
	1:8A4 -20%	12.065				482	6990	14.51	29.03%	
	1:8A5 -20%	12.106				480	6766	14.10	28.19%	

Tabla 24. Clasificación de los bloques de concreto para fines estructurales según RNE E -070. Fuente: Los autores.

PROBETA PROM. (DOSIFICACIÓN Y % DE ADICIÓN)	MATERIAL ADICIONADO	f'b PROM.	CUMPLE RNE E-070: 50 kg/cm2	ANCHO (%)	VARIACIÓN DIMENSIONAL PROMEDIO			CÓNCAVO (mm)	ALABEO PROMEDIO		CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES			
					CUMPLE RNE E-070: ± 3%	LARGO (%)	CUMPLE RNE E-070: ± 2%		ALTO (%)	CUMPLE RNE E-070: ± 2%		CONVEXO (mm)	CUMPLE RNE E-070: máx. 4 mm	
1:6 -0%	SIN ADICIÓN	72.11	SI	-0.50%	SI	0.42%	SI	-1.00%	SI	0.62	SI	1.29	SI	BLOQUE P
1:7 -0%		66.15	SI	-0.58%	SI	0.43%	SI	-0.92%	SI	0.7	SI	1.67	SI	BLOQUE P
1:8 -0%		64.13	SI	-0.67%	SI	0.50%	SI	-0.67%	SI	0.8	SI	1.44	SI	BLOQUE P
1:6 -10%	POLIESTIRENO	54.74	SI	0.75%	SI	0.47%	SI	0.63%	SI	1.05	SI	2.09	SI	BLOQUE P
1:7 -10%		60.04	SI	0.67%	SI	0.43%	SI	0.45%	SI	1.1	SI	1.17	SI	BLOQUE P
1:8 -10%		63.74	SI	0.57%	SI	0.30%	SI	0.28%	SI	0.7	SI	1.54	SI	BLOQUE P
1:6 -20%		31.05	NO	0.65%	SI	0.33%	SI	0.42%	SI	1.35	SI	1.55	SI	BLOQUE NP
1:7 -20%		42.33	NO	0.68%	SI	0.25%	SI	0.62%	SI	1.15	SI	1.44	SI	BLOQUE NP
1:8 -20%		46.99	NO	0.72%	SI	0.17%	SI	0.47%	SI	0.9	SI	1.27	SI	BLOQUE NP
1:6 -10%	CAUCHO	61.23	SI	-0.42%	SI	0.47%	SI	-0.45%	SI	1.05	SI	1.24	SI	BLOQUE P
1:7 -10%		56.53	SI	-0.40%	SI	0.58%	SI	-0.50%	SI	1.75	SI	0.62	SI	BLOQUE P
1:8 -10%		51.42	SI	-0.47%	SI	0.60%	SI	-0.58%	SI	0.95	SI	1.42	SI	BLOQUE P
1:6 -20%		48.14	NO	-0.75%	SI	0.67%	SI	-0.53%	SI	1.8	SI	1.32	SI	BLOQUE NP
1:7 -20%		36.17	NO	-0.83%	SI	0.70%	SI	-0.60%	SI	0.7	SI	1.95	SI	BLOQUE NP
1:8 -20%		19.06	NO	-0.87%	SI	0.75%	SI	-0.67%	SI	0.3	SI	1.39	SI	BLOQUE NP
1:6 -10%	ASERRIN	50.54	SI	-0.62%	SI	-0.25%	SI	0.40%	SI	1.35	SI	1.64	SI	BLOQUE P
1:7 -10%		43.14	NO	-0.42%	SI	-0.43%	SI	0.48%	SI	0.5	SI	1.32	SI	BLOQUE NP
1:8 -10%		31.28	NO	-0.47%	SI	-0.47%	SI	0.65%	SI	0.9	SI	0.94	SI	BLOQUE NP
1:6 -20%		27.16	NO	-0.57%	SI	-0.42%	SI	0.65%	SI	1.4	SI	1.67	SI	BLOQUE NP
1:7 -20%		20.93	NO	-0.17%	SI	-0.37%	SI	0.50%	SI	1.05	SI	1.62	SI	BLOQUE NP
1:8 -20%		13.68	NO	-0.15%	SI	-0.28%	SI	0.58%	SI	0.52	SI	1.44	SI	BLOQUE NP

## 8.2. FIGURAS



Figura 5. Materiales a utilizar en la elaboración de bloques de concreto con adición de poliestireno, caucho y aserrín.



Figura 6. Mezclado de materiales en mezcladora tipo batea.



Figura 7. Vibrado de bloques de concreto en máquina volqueteera compacta.

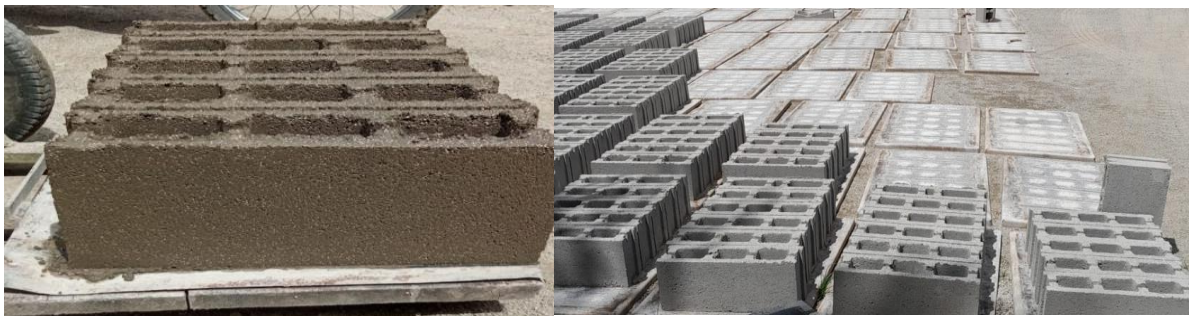


Figura 7. Colocación de bloques de concreto en parihuelas de madera por 14 y 28 días.



Figura 6. Etiquetado de muestras para rotura en ensayo de compresión de concreto.



Figura 9. Toma de medidas de bloques de concreto (alto, ancho, y largo) para ensayo de variación dimensional.



Figura 8. Toma de medida para ensayo de alabeo.



Figura 10. Ensayo de compresión de concreto a los 14 días de curado.

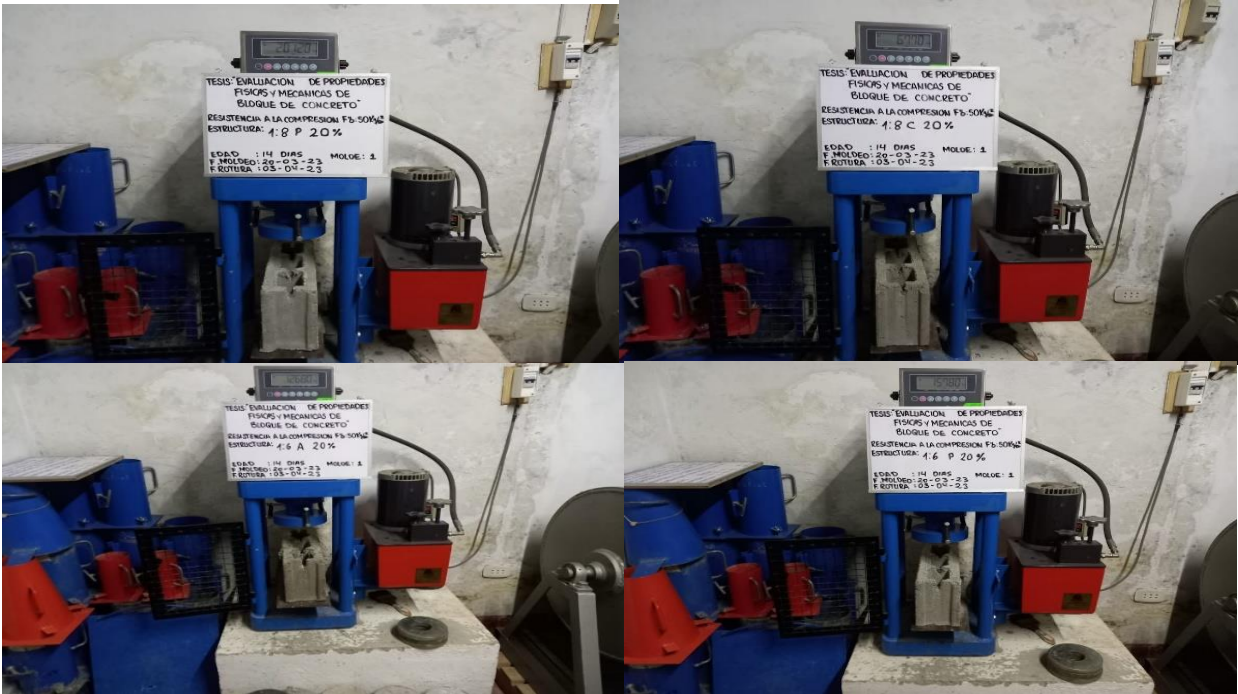


Figura 11. Ensayo de compresión de concreto a los 14 días de curado.



Figura 12. Ensayo de compresión de concreto a los 28 días de curado.

## 9. ANEXOS

### EVIDENCIA DE REVISION

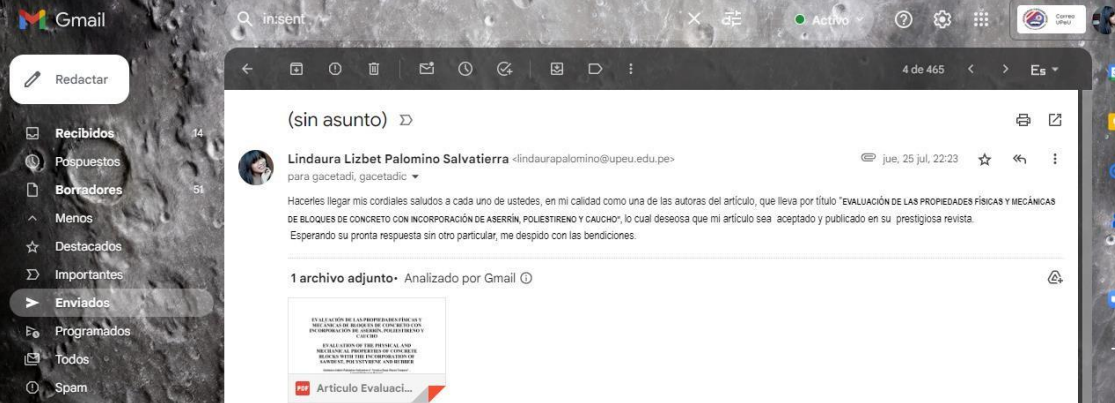
#### ENVIÓ DEL ARTICULO A LA REVISTA GACETA TÉCNICA



The screenshot shows the website for 'Gaceta Técnica'. The navigation bar includes 'Inicio', 'Acercas de', 'Normas de Publicación', 'Número Actual', 'Números Anteriores', 'Contacto', and 'Portal de Revistas'. A search bar is on the right. The main content area is titled 'Envíos' and contains the following text:

Los trabajos enviados para su evaluación deberán ajustarse a las siguientes normas para la publicación:

- Los aportes monográficos pueden ser redactados en idioma **castellano o inglés**. El artículo original escrito con el procesador de texto Word 6 o superior, se ha de enviar a **gacetadic@ucla.edu.ve** y **gacetadic@gmail.com** en conjunto con "**La constancia de originalidad y cesión de derechos de articulos**" debidamente firmada por cada autor.



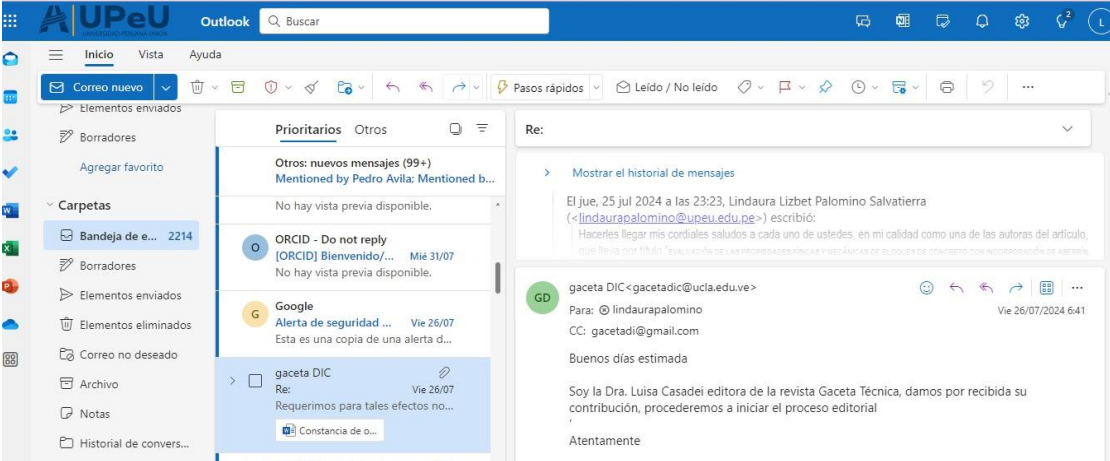
The screenshot shows a Gmail interface with an email from Linda Lizbet Palomino Salvatierra to 'gacetadi, gacetadic'. The email content is:

Hacerles llegar mis cordiales saludos a cada uno de ustedes, en mi calidad como una de las autoras del artículo, que lleva por título "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE ASERRÍN, POLIESTIRENO Y CAUCHO", lo cual deseo sea aceptado y publicado en su prestigiosa revista. Esperando su pronta respuesta sin otro particular, me despido con las bendiciones.

1 archivo adjunto • Analizado por Gmail

Artículo Evaluaci...

#### RECEPCION O RESPUESTA DE LA REVISTA



The screenshot shows an Outlook interface with an email from 'gaceta DIC <gacetadic@ucla.edu.ve>' to 'lindaurapalomino'. The email content is:

Buenos días estimada

Soy la Dra. Luisa Casadei editora de la revista Gaceta Técnica, damos por recibida su contribución, procederemos a iniciar el proceso editorial

Atentamente

“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

RESOLUCIÓN N° 0988-2022/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 27 de setiembre de 2022

**VISTO:**

El expediente de **Palomino Salvatierra, Lindaura Lizbeth**, identificado(a) con Código Universitario N° 201522022 y **Hoyos Vasquez, Yessica Dany**, identificado(a) con Código Universitario N° 201522012, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

**CONSIDERANDO**

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Palomino Salvatierra, Lindaura Lizbeth** y **Hoyos Vasquez, Yessica Dany**, han solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto con incorporación de aserrín, poliestireno y caucho" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 27 de setiembre de 2022, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

**SE RESUELVE:**

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado "**Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto con incorporación de aserrín, poliestireno y caucho**" y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar a **Mg. Leonel Chahuares Paucar** como ASESOR para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Ing. David Díaz Garamendi** y **Mg. Roberto Roland Yoctun Rios**, otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Dra. Erika Inés Acuña Salinas  
DECANA



  
Dr. Santiago Ramírez López  
SECRETARIO ACADÉMICO