



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTADA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propiedades mecánicas de adoquines con distintas  
dosificaciones de PET y adoquines de concreto para vías  
peatonales, Lima – 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Saona Chomba, Kevin Bryan ([orcid.org/0000-0002-0876-0229](https://orcid.org/0000-0002-0876-0229))

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio ([orcid.org/0000-0002-9573-0182](https://orcid.org/0000-0002-9573-0182))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mi madre y padre, por todo el apoyo incondicional que me han brindado durante todo este tiempo de estudios académicos. Quienes componen una fuente de inspiración, por el cariño y el sacrificio durante tantos años, para poder llegar a cumplir mis metas.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiarme a ser una persona de bien y no perder la esencia que me caracteriza

A la universidad cesar Vallejo por permitirme ser parte de esta gran familia y darnos las herramientas para poder mejorar profesionalmente.

Al docente por los buenos consejos, no solo para poder llegar a ser un excelente profesional. Por el apoyo moral durante todo el proceso de la elaboración del trabajo de investigación.

A mi familia por brindarme todo el apoyo emocional y ser mi motivo para la ejecución de mi trabajo de investigación.

A todos mis amigos y personas que me brindaron el apoyo emocional y moral para realizar el trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variable y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
Referencias .....	51
Anexos .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de plásticos reciclables, nivel mundial, sistema SPI.....	7
Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del plástico para ser reciclado PET.....	13
Tabla 3. Firmeza a aplastamiento para adoquines de concreto.....	14
Tabla 4. Absorción del adoquín.....	17
Tabla 5. Requisitos para los diferentes tipos de pavimentos.....	17
Tabla 6. Tipo de pavimento y los requerimientos que debe cumplir.....	18
Tabla 7. Pruebas de ensayo.....	27
Tabla 8. Tabla de recolección de datos.....	27
Tabla 9. Granulometría de la cama de arena.....	28
Tabla 10. Granulometría del sello de arena.....	28
Tabla 11. Tipo y uso de los adoquines.....	29
Tabla 12. Resistencia a la compresión.....	30
Tabla 13. Matriz de operacionalización de variables.....	31
Tabla 14. Matriz de consistencia.....	31
Tabla 15. Instrumentos y validación.....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de adoquines.....	9
Figura 2. Reciclaje de botellas de PET.....	12
Figura 3. Cubierta adoquinada en forma de bóveda.....	25
Figura 4. Tipo de capas.....	25
Figura 5. Deformaciones graficas de acuerdo a las cargas distribuidas.....	26
Figura 6. Cotización de ensayos de resistencia.....	34

## RESUMEN

En la producción del actual artículo de investigación de literatura científica se alcanzó de tal modo el objetivo general, determinar los beneficios del estudio comparativo entre adoquines PET y adoquines de concreto para la superficie de rodadura en vías peatonales, Lima – 2022. Por lo cual, se analizó 306 artículos científicos de las bases de datos de Scopus, EBSCOhost, ProQuest, ScienceDirect, PrimoDiscovery, en español y en inglés. Se logró establecer un análisis a través de criterios de inclusión y exclusión, tomando el título del artículo dividiéndolo en una general y dos específicas. Logrando analizar se dio como resultado 40 artículos indexados que tienen correlación entre las propuestas. Concluyendo así, que existe relación entre ambas variables específicas de acuerdo al estudio realizado de los autores, de la misma forma demostrando que el incremento de la elaboración de los adoquines PET es los más adecuado. Y la reducción de la elaboración de los adoquines de concreto está muy anticuado en cuanto al diseño para las vías peatonales, de esta forma creando un impacto positivo en el ámbito social, económico y ambiental.

Palabras clave: Adoquines PET, adoquines de concreto, vías peatonales

## **ABSTRACT**

In the production of the current scientific literature research article, the general objective was achieved in such a way, to determine the benefits of the comparative study between PET pavers and concrete pavers for the rolling surface in pedestrian streets, Lima - 2022. Therefore, 306 scientific articles from the Scopus, EBSCOhost, ProQuest, ScienceDirect, Primo Discovery databases, in Spanish and English, were analyzed. It was possible to establish an analysis through inclusion and exclusion criteria, taking the title of the article dividing it into one general and two specific ones. Achieving analysis resulted in 40 indexed articles that have correlation between the proposals. Thus, concluding that there is a relationship between both specific variables according to the study carried out by the authors, in the same way demonstrating that the increase in the elaboration of PET pavers is the most appropriate. And the reduction of the elaboration of concrete pavers is very outdated in terms of design for pedestrian walkways, thus creating a positive impact in the social, economic and environmental spheres.

Keywords: PET pavers, concrete paver, pedestrian paths

## I. INTRODUCCIÓN

Esto empezó con la evolución de nuevos materiales de construcción, siendo el más común el cemento, que tiene una propiedad asociada y exclusiva en comparación con cualquier otro material. Ahora son reemplazados gradualmente por plástico reciclado. En general con esto, la averiguación de hoy tiene como fin dar un material alternativo, sustentable en mejoramiento a los adoquines (Yang, 2022).

El propósito es decidir la predominación del adherido PET en la delineación de adoquines de hormigón para rutas en el distrito del Agustino. Para la búsqueda debido a que es experimental esto permite revisar la firmeza de los adoquines de hormigón de manera común y adoquines con diferentes cantidades de PET. Nuestra comparación será los adoquines convencionales hechos de manera común y los adoquines hechos con un porcentaje de PET reciclado (Liñán, Álvarez, García y Díaz, 2018).

Las pautas de diseño de calles dirigidas a los peatones ocasionalmente reconocen los efectos de las diversas modalidades de diseño en otros usos de la calle (por ejemplo, ciclistas, usuarios de autobuses) o el camino por medio del cual esas maneras contribuyen a resultados económicos, sociales o ambiental sostenibles (Anciaes y Jones, 2021).

Por lo tanto, se resume que según los estudios anteriores sobre la reutilización de diferentes materiales PET como materia prima y agregados para la obra y sus propiedades, con especial atención a los ladrillos y adoquines. Seguido de una discusión sobre la reutilización de materiales PET y sus impactos en las propiedades generalmente del material de construcción (Uvarajan, Gani, Chuan y Zulkernain, 2021).

Este análisis se basa en una primera perspectiva universal de la probabilidad de sustitución de adoquines de concreto. El propósito del análisis es dar una visión de la sustitución en específico adoquín producción. Del mismo modo, hacer más estudios de las propiedades mecánicas, características y la durabilidad van a ser primordiales antes tener en cuenta una adopción a enorme escala (Ryu, Lee y Chang, 2022).

De acuerdo a lo expresado en los antecedentes se proyecta como problema general, ¿Cuál es la mejor opción según sus propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022? Por lo tanto, llegando al detalle se formula las dificultades definidas, ¿Cuál es el aguante a aplastamiento de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022?, ¿Cuál será la absorción de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022? Asimismo, en su análisis se pregunta ¿Cuál es el aguante a flexión de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022?

Según la enorme medida de desechos de plásticos causados al día, la justificación ambiental del presente análisis define la comparación del adoquín PET y un adoquín de concreto, según su factibilidad y un estudio universal, que se da a conocer reciclando plásticos y utilizándolos en los adoquines PET para la infraestructura vial es muchísimo más correcto para el medio ambiente.

Se propone en la investigación una innovación que revoluciona y mejora en la justificación económica en el proceso de la elaboración del adoquín PET. De la misma forma, se considera que de acuerdo a los análisis previos que ha pasado el

producto, detalla el bajo costo a comparación del adoquín convencional. Y resulta que los dos cumplen la misma función de uso.

La motivación por el cual se realiza la investigación, es de acuerdo a la justificación social, porque mediante a esto se da a conocer la importancia del adoquín PET. La sociedad está de acuerdo con el mejoramiento de las vías peatonales, puesto que al implementar este producto es agradara a muchas personas, ya que cumple con los estándares requerido para un buen funcionamiento, y resulta que también es amigable con el medio ambiente.

Por consiguiente, en esta averiguación posee como ecuánime general es evaluar las físico-mecánicas de los elementos con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022. De igual modo, en sus justos determinados se busca establecer la firmeza a aplastamiento de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022. También, determinar la resistencia a tracción de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022 y determinar el aguante a flexibilidad de los elementos con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales para vías peatonales, Lima – 2022.

Se presenta en este proyecto de investigación demostrando los aspectos cuantitativos en la siguiente hipótesis general, los adoquines con distintas dosificaciones de PET presentan mejores propiedades mecánicas respecto a los adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022. Por ello, las hipótesis específicas, se tiene un enfoque en que los adoquines PET tienen un aguante al aplastamiento superior respecto a los elementos convencionales. Por otra parte, los adoquines PET tienen un aguante a la absorción superior respecto a

los adoquines convencionales y los adoquines PET tienen un aguante a la flexión superior respecto a los adoquines convencionales.

## II. MARCO TEORICO

Según Tempa, presenta un estudio experimental junto a una evaluación de sostenibilidad de residuos plásticos en Bután. Como objetivo utilizando un aglutinante para la producción económica sin cemento, sostiene que:

Se utilizaron PET en proporciones variables de 40%, 50%, 60% y 70% para reemplazar el cemento y se investigaron para asegurar el logro de propiedades físicas y mecánicas satisfactorias teniendo en cuenta los efectos de la temperatura. La firmeza al aplastamiento acrecienta con la proporción de contenido plástico. Sin embargo, cuando se expone a temperaturas muy altas, su resistencia se reduce en un 31,17%. De acuerdo con los resultados de la prueba, el adoquín de plástico tiene un bajo potencial de absorción de agua. El tiempo medio de fraguado inicial y final del ligante fue de 19 y 24 minutos respectivamente [...] (2022).

Para concluir, se utiliza cuatro variables en el agregado reemplazando el cemento por el plástico, asimismo teniendo en cuenta los efectos de la temperatura, tiene un bajo potencial de adsorción de agua y el tiempo de fraguado es menor que del convencional.

Ananthi, Priyadharsini, Ahamed, Rangasamy, Viney y Surya, Prabhu (2021). El enfoque de dichos autores muestra que el reciclaje de materiales de plásticos para la fabricación de adoquines en India. Por tanto, tiene como objetivo el reciclaje para la ejecución de adoquines. Asimismo, los adoquines son los mejores materiales para facilitar la colocación y el acabado de caminos y calles. La resistencia mecánica de los adoquines hechos de basura plástica y las implicaciones de construcción para los adoquines que contienen productos plásticos contaminantes. Por último, se tiene proyectado en un futuro el beneficio de incremento de reciclaje e invertir en la elaboración de adoquines para las vías peatonales o en cualquier

otro tipo de calles o carreteras, ya que por sus altas propiedades técnicas fomenta desarrollo.

De acuerdo a los autores Rouzbeh, Prashan y Mihandoust, en sustento de su artículo de la posibilidad del uso de PET reconsiderado, tal agregado elaborado en un estudio de laboratorio en Estados Unidos. El principal objetivo es detallar la posibilidad del uso de PET en adoquines, precisa que:

The limited profitable pathways available to recycle polyethylene terephthalate (PET), widely used in bottled water packaging, also seen in oil bottles, have made it a global environmental challenge. Several studies have evaluated the use of recycled PET bottles as a replacement for aggregates for paving stones [...] (2021).

Finalmente, el desafío proyectado en el artículo no está muy alejado de la realidad, especialmente por la reducción de contaminante plásticos, ya se de botellas de agua o botellas con contenido líquido, se precisa que es viable la posibilidad del uso de dicho agregado en adoquines para vías peatonales.

Según Hemalata, plantea en su artículo la reutilización de plásticos para el desarrollo de los adoquines en la India. Su primordial objetivo es aprovechar los nuevos agregados que se muestran para un mejor desarrollo, define que:

[...] Demolition waste remains accessible in abundance, as well as plastic waste, which increases day by day, becomes ugly in parallel, pollutes the setting. For this motive, in this labor an attempt has been made in the development of pavers using low-density polyethylene bags from waste and demolition residues instead of using cement. In the end, this support shows 2 new aggregates, in which it highlights the reuse of plastic, replacing the most common addition such as cement, fulfilling the element of development and progress (2019).

Entonces, esto significa que el beneficio de la reducción de la elaboración de adoquines con agregados comunes se debe minimizar para dar paso a las nuevas ideas presentadas, ya que no solo se encuentra la reutilización del plástico, si no con ceniza de bagazo, entre otras.

Mohamad, Bolong, Sad, Tioon, Pile, Rosman y Delton, (2022). De acuerdo a los autores, presenta la fabricación de adoquines hecho de hormigón en Malasia. Como objetivo principal es la fabricación de dichos bloques entre otros subproductos deshechos. En esas circunstancias, la producción de bloques de adoquines basados en la investigación que se ha realizado para garantizar que se amplíe la sostenibilidad y la usabilidad de los nuevos materiales de construcción. De ahora en adelante, esta investigación se lleva a cabo para estudiar e investigar el potencial del uso de materiales de desecho como un sustituto parcial de los agregados en la producción de los elementos convencionales (CPB). Finalmente, la producción de adoquines de hormigón se debería reducir por el alto tipo de costo, de esta forma se amplie la sostenibilidad y usabilidad de nuevos materiales en la construcción.

Krishna y Reddy (2018). Of equal importance, it is evaluated on its application of green materials in India. In its general objective, mixtures with different aggregates are identified for the improvement of paving stones. Therefore, most research has been to improve the excellence and possessions of stone elements by mixing the clay with several secondhand wilds such as metalworks gravel, granite sawing waste, port residues, perlite, sugar cane, bagasse, clay residues and well boron residues, manure slush, structural wall cut-glass residues and various other residues. In conclusion, this entails testing different aggregates in instruction to recover the technical properties of the pavers, considering the technical standards for the production of said product.

Según Balegamire, Nkuba, y Dable (2022). Por consiguiente, el objetivo que nos muestra, es en la preparación de los adoquines, es la sustitución de la arena natural del río en Misisipi en el Congo. De la misma forma, dichos adoquines permanecen hechos de agregados habituales. Por otro lado, la firmeza al aplastamiento de adoquines comparó a base de lo común. Los dos tipos de adoquines se produjeron bajo las mismas condiciones de secado (7 días) con diferentes dosificaciones. Concluyendo, en este artículo se vincula a la presente indagación, con el procedimiento comparativo del producto, debido a que se busca un reemplazo para

unos de los agregados más usuales que poseemos en obra. De esta forma, no agotando los recursos convencionales y solventando con esta nueva innovación para la elaboración de dichas calles o vías peatonales y que sean agradables con el ambiente, como también en lo social y además de los bajos costos que estos presentan.

Mejía, Valencia y Gutiérrez (2020). En este artículo se presenta conglomerante activados alcalinos ecoeficiente para la fabricación de bloques y adoquines peatonales con baja huella de carbono evaluado en propiedades mecánicas y evaluación ACV en Colombia. Posee tal ecuánime vital la valoración de caminos peatonales usando adoquines con baja huella de carbono. Con base en los resultados, se seleccionó la pasta FA/GBFS-RN como el material óptimo para la producción de bloques de mampostería y adoquines peatonales, los cuales cumplieron con los estándares colombianos. En conclusión, el estudio previo de los conglomerantes activados alcalinos son ecoeficientes, por esto arrojo que la baja huella de carbono es eficiente con distintos agregados, descartando los convencionales, dando a conocer un mejor material óptimo para las vías peatonales, cumpliendo con la norma técnica.

Por otra parte, Savaranan y Jagadeesh, sustenta en su artículo la evaluación de las físico - mecánicas de resistencia y durabilidad de bloques convencionales para las calles o vías peatonales en la India.

Posteriormente, el objetivo primordial del presente trabajo es suplir la arena que se encuentra en flujo de agua natural o también llamado ríos. Entonces, evaluando los diferentes agregados lograr un incremento de crecimiento del 10%, dando a conocer la superioridad y descubrir el grado óptimo de reemplazo con en relación a los tipos de firmeza y estabilidad de los adoquines para los grados M30, M40 y M50 de concreto (2020).

En conclusión, sea, que la conexión de las diferencias de los agregados se optimiza encontrando otro material innovador, por consiguiente, evaluando un aumento a

causa de las características técnicas, además de ser menos costoso y amable hacia el ambiente.

Alex, Zachariah, Molsy, Rijo y Amer (2020). Este artículo se muestra las físicas – mecánicas de firmeza al aplastamiento de tierra apisonada para la estabilización de los adoquines en vías peatonales de la India. Como el fin que tiene de descubrir las propiedades para un mejor aguante a la presión de los bloques. Según ello, se estudia y a la vez se muestra que el potencial de las tiras de plástico reutilizado recuperadas como ayuda de la superficie para mejorar el rendimiento de ingeniería de los bloques de tierra apisonada estabilizados con cenizas volantes (SREB). Tomando como conclusión las muestras evaluadas, se moldearon utilizando diferentes porcentajes de tiras de plástico junto con una añadidura de 6% de cenizas volantes, dando a conocer una más grande resistencia que el usado con agregados convencionales.

## **Bases teóricas**

### **Adoquín**

Son la parte simple del terreno de la superficie procesado por una máquina que utiliza soluciones de compresión, económicas, fáciles de instalar y prácticas para la elaboración del pavimento articulado. Además, están marcados por convertirse en un elemento sólido, son planos además de las dos caras paralelas (Supermix, 2021, p. 125).

Estas tienen diferentes formas geométricas, clasificadas internacionalmente en Tipo A, B y C, y este último grupo es un adoquín rectangular (Ewurum, 2022, p. 83).

Para la fabricación de bloques convencionales, con físico - mecánicas necesarias para su automatismo, es necesario establecer las porciones óptimas de varios componentes de concreto que se pueden combinar manual o maquinamente. Los datos de entrada utilizados en el desarrollo del concreto son los consecutivos: agua,

cemento, agregado delgado y agregado rugoso. La calidad de firmeza de estos bloques estriba del uso que tendrán, por modelo, si se usa en la elaboración de aceras, la carga en el movimiento peatonal, que admitirá, debe ser conocido (Suchitra, Oviya y Monisha, 2022, p. 56).

En relación con la NTP 399.611, los bloques convencionales se pueden clasificar de acuerdo con 3 tipos: adoquinamiento tipo I utilizado en las aceras para el uso de peatones, adoquinamiento tipo II utilizado en aceras para vehículos ligeros y adoquines tipo III utilizado en aceras para un automóvil pesado tráfico (Agyeman, Assiamah y Twumasi, 2018, p. 93).



*Figura 1.* Tipos de adoquines

## **Tereftalato de polietileno (PET)**

Características de los plásticos Groover (2022), indica que la sistematización es de dos tipos:

- Plástico termo - polímeros: El plástico termo - polímeros es la mayor parte del plástico y se descarga en todo el mundo y se puede fusionar y tomar innumerables formas.
- Plásticos termo – polímeros: Solo se pueden usar una sucesión, cuando sus cambios posteriores se endurecieron o se reutilizo, se vuelve casi imposible y conserva su textura perpetuamente, vale la pena indicar que, en la causa de fabricación de plásticos termo - estables, representa una reacción química que sí lo hace, no permitir su cambio posterior a través del calor (p.3).

Como explica Maure (2018), los plásticos termo - estables, puedes predecir cuándo estará listo para salir del horno, por el color y olor del plástico, es muy similar al del caucho recién puesto en el pavimento, si el calor aumentará este se quemaría y ya no serviría, por lo que es preferible utilizar termo - plásticos (p.5).

### Características de plástico termoplásticos

De acuerdo a Groover (2022), aludió que el plástico termo - polímeros se cuenta en siete cualidades, posee un mecanismo químico desigual, con la naturaleza y el automatismo que se halla en una sociedad plástica, que cataloga para diferenciar una de la otra. Los polímeros reconsiderados son aquellos de cadena lineal, que aplican calor fácilmente se reforman, cuando se enfrían se endurecen (p.3).

**Tabla 1.** *Categorización de los especímenes polímeros reutilizables a nivel universal de acuerdo al método SPI*

Nombre	símbolo	clave
Polietileno de tereftalato	(PET)	1
Polietileno de alta densidad	(HDPE)	2
Cloruro de polivinilo	(PVC)	3
Polietileno de baja densidad	(LCPE)	4
Polipropileno	(PP)	5
Poliestireno	(PS)	6
Otros		7

Fuente: Sociedad de Industria de plástico

Primordiales tipos de polímeros según García (2021), indicó que el nombramiento del PET es puesto que se logra diversas sucesiones con potencias calientes o artilugios, creando un polímero del cual se obtiene una reconsideración del 100%. El PET es el favorito en el automatismo de la fabricación máximamente en recipientes (p.46).

**Tabla 2.** *Propiedades físicas y químicas del plástico para ser reciclado PET*

Propiedades Físicas y Mecánicas	
Propiedades	Tereftalato de Polietileno PET
Densidad Bruta	520 kg/m <sup>3</sup> <> 0.52g/cm <sup>3</sup>
Densidad Neta	1400 kg/m <sup>3</sup> <>1.4 g/cm <sup>3</sup>
Módulo de Young	2800-3100 Mpa
Absorción de Agua	0.2 % (24horas)
Resistencia a la tracción	900 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la tensión	0.60-0.74 Kg/cm
Resistencia a la compresión	260 / 480 kg/ cm <sup>2</sup>
Resistencia al calor	80 -120°C
Resistencia flexión	1450 kg/cm <sup>2</sup>
Conductiva térmica	0.25 Kcal/mh°c
Viscosidad	0.75 dL/g

Fuente: Sociedad de Industria de plástico

(Shirsat, Kulkarni y Phadtare, 2021), Grabó a su mascota como plástico en fibra en 1941. Por lo tanto, desde en aquel tiempo, la mascota ha sido muy significativo hacia el progreso de acontecimientos tecnológicos, a modo de dominar y mercantilizar bebidas. Conjuntamente, reconocimientos a los hechos conocidos, existen mejorados para la fabricación y automatismo, habiendo tenido en cuenta el bajo presupuesto requerido para la transformación de estos contenedores. Como se muestra en la Figura 2, vale la pena referirse al hecho de que el contenedor se puede identificar hoy para la recolección y el uso posterior en varias tecnologías.



*Figura 2. Reciclaje de botellas de PET*

### **Ensayo a compresión**

En esta prueba se determina la firmeza al aplastamiento esta se ejecuta de acuerdo a la NTP 399.604, por la cual es ajustable a los mecanismos de los bloques. Es la relación de calidad más manejado en la albañilería, de este modo por intermedio de instrucciones consiente en anunciar el aguante de los bloques. En el asunto de la prueba, se debe poseer cautela al aplanamiento del perfil en empalme con la superiora de la prensa de aplastamiento, para afirmar una conveniente repartición de la pujanza (Cemex, 2019).

**Tabla 3.** Firmeza a aplastamiento para adoquines convencionales.

<b>Tipo</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Promedio (MPa)</b>	<b>Mínimo (MPa)</b>
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	37
	80	37	33
III	100	35	32
	≥ 80	55	50

Fuente: Norma CE. 010 de pavimentos urbanos (ICG, 2023).

### **Ensayo a flexión**

La prueba hacia comprobar el aguante a la flexibilidad (medida de fractura) se efectúa de acuerdo a la NTP 399.613, la cual es adaptable a los bloques. Se concibe mediante un conector natural con dos soportes y un aparato de aplicación de la carga, éste debe afirmar la semejanza entre los tres compendios. Uno de los soportes posee un extremo que consiente instalar en la propia base que el consolidado, impidiendo empotrar un esfuerzo de arqueamiento no sospechado en el valor de la flexibilidad (Ávila, 2019).

## Ensayo de absorción

La prueba de hidratación se mide por el contenido del agua, que se denomina correlación con el peso de deshidratación del espécimen. Esta es una peculiaridad coherente con la firmeza y la porosidad del espécimen. La prueba de hidratación se establece mediante el consecutivo modo, se pesa el espécimen seco, inicialmente se transporta al horno a una temperatura de 110 ° C, prontamente se instala en el agua durante 24 horas para obtener un peso de saturación. Si no hay un establecimiento de espécimen observada, es necesario partir con la parte minúscula para que el peso no pueda ser mínimo al 10 % del espécimen afinado. (NTP 399.604, 2022, p.5).

Los bloques convencionales acabados en asfaltos poseen estar sometidos a una calidad de alta estabilidad en el caso del alumbre o los períodos de disolución y hielo, estas corresponderán a efectuar con las sucesivas exigencias, ver Tabla 4 (NTP 399.611, 2022, p. 9).

**Tabla 4.** *Absorción del adoquín*

<b>Tipo de adoquín</b>	<b>Absorción máx. (%)</b>	
	<b>Promedio de 3 unidades</b>	<b>Unidad individual</b>
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: Norma técnica peruana 399.611

## Vías peatonales

Para el método de diseño distinto procedimiento de bosquejo ordenado sostenido en hipótesis y prácticas a extenso aplazamiento, de tal forma las sistemáticas AASHTO-93 y PCA, constantemente disponibles en el país, perpetuamente que se manipule la postrema versión actual en su nación de principio. Se toman en cuenta las condiciones particulares del proyecto, las ordenes frecuentes para las descripciones productivas de asfaltos con adoquines, entre otros. Respectivamente, estableciendo las exigencias más pequeñas para las desiguales características de pavimento, como son ajustados en las siguientes tablas 5 y 6 (ICG, 2022, p. 20).

**Tabla 5.** *Requisitos para las diferentes características de pavimentos.*

Elemento		Tipo de Pavimento		
		Flexible	Rígido	Adoquines
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm <sup>2</sup> (3,4 MPa)	f <sub>c</sub> ≥ 380 Kg/cm <sup>2</sup> (38 MPa)

Fuente: Norma CE. 010 de pavimentos urbanos (ICG, 2023, p. 20).

**Tabla 6.** Tipo de pavimento y los requerimientos que debe cumplir.

Tipo de Pavimento		Aceras o Veredas	Pasajes Peatonales	Ciclovías
Elemento				
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 150 mm		
Base		CBR ≥ 30 %		CBR ≥ 60%
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	≥ 30 mm		
	Concreto de cemento Portland	≥ 100 mm		
	Adoquines	≥ 40 mm (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina , de espesor comprendido entre 25 y 40 mm)		
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico*		
	Concreto de cemento Portland	$f_c \geq 175 \text{ Kg/cm}^2$ (17,5 MPa)		
	Adoquines	$f_c \geq 320 \text{ Kg/cm}^2$ (32 MPa)		N.R. **

Fuente: Norma CE. 010 de pavimentos urbanos (ICG, 2023, p. 21).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

La investigación ejecutada existió de prototipo aplicada, por lo cual vive equidistante en solucionar dificultades, colocando en experiencia el juicio o revelaciones hipotéticos (Nicomedes, 2018).

Se declara que la indagación aplicada pende de la variación de los procesos previamente la aplicación del PET.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de investigación experimental es la administración pensada de una o más volubles autónomos. El estudioso logra envolver en su estudio de dos o más variables independientes o dependientes (Hernández y Mendoza, 2018, p. 130).

La presente indagación es de diseño experimental, por lo que se estudiara las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto y adoquines de PET.

Los diseños cuasiexperimentales manejan intencionadamente, a la ausencia de una variable independiente para estar a la mira de su resultado sobre una o más variables dependientes (Hernández y Mendoza, 2018, p.183).

Por ello, la indagación es de diseño cuasiexperimental de acuerdo a los adoquines que es la muestra patrón, se aplicara distintas dosificaciones de PET.

##### **Enfoque de investigación**

La orientación cuantitativa es secuencial y probatorio, cada fase antecede a la consecutivo y no se puede evitar con una disposición inclemente (Titiksh y Wanjari, 2021).

Asimismo, se demostrará las mejoras en los adoquines con la aplicación de distintas dosificaciones de PET, en esta investigación de orientación cuantitativo.

### **Nivel de investigación**

El nivel de investigación correlacional tiene como principal intención valuar la relación que concurra entre dos o más nociones, clases o variables (Hernández y Mendoza, 2018, p.214).

De esta forma la investigación se llevará a cabo con los ensayos de laboratorio pertinentes, según sus programaciones, mejorando las físico - mecánicas de los bloques y todo ello, de la mano con la norma técnica peruana (NTP), se optimizará los adoquines, solo con distintas dosificaciones de arena y predominando mayor cantidad de PET, de este modo la indagación es de nivel correlacional.

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable independiente (X):** Tereftalato de polietileno (PET)

**Definición conceptual:**

El tereftalato de polietileno cumple desiguales descripciones sistemáticas poseen los conocimientos por las que el basto tenga sujeto un progreso notable en la fabricación de una gran variedad de recipientes, fundamentalmente en la fabricación de polímeros y ahora en la obra. Tiene una alta firmeza al deterioro, consunción, sintética y calurosa; aceptable parapeto contra la humedad y reciclable (Abhishek, Shashikant y Satish, 2022).

**Definición operacional:**

Se diseñará adoquines PET, con mayor cantidad de porcentaje de plástico que arena, ya que tiene un bajo potencial de absorción de agua.

**Dimensiones:**

- Dosificación

**Indicadores:**

- 60%
- 70%
- 80%

**Escala de medición:**

- De razón

**Variable dependiente (Y):** Propiedades mecánicas de adoquines

**Definición conceptual:**

Las propiedades mecánicas se evalúan según los estudios experimentales previos que se utilizan en un laboratorio probando de este modo su resistencia, de acuerdo al tipo de uso que se implemente, previamente considerando los agregados (Nkomo, Masu y Nziu, 2022).

**Definición operacional:**

La variable dependiente se definirá según la evaluación de las propiedades mecánicas de las pruebas de firmeza, de acuerdo al uso del adoquín, en este tema se empleará el tipo I: Adoquines para pavimentos de uso peatonal.

**Dimensiones:**

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la absorción
- Resistencia a la flexión

**Indicadores:**

- Carga máxima (KN).
- Área bruta (m<sup>2</sup>)
- A los 28 días

**Escala de medición:**

- De razón

**3.3. Población, muestra y muestreo****Población**

La población a estudiar es limitada y donde los resultados están destinados a ser generalizados. Por lo tanto, es una serie de todos los casos de acuerdo con una serie de descripciones (Nandi, Sumit y Ransinchung, 2022).

De acuerdo a esta indagación la población está compuesta por estudios de adoquines mediante los ensayos de resistencia al aplastamiento, absorción y flexibilidad, en el laboratorio UNI-LEM, se considerará el área del terreno ubicado en cada parte de las vías peatonales de Lima

Criterios de inclusión:

- Vía de acceso peatonal.
- No pavimentada.
- Propiedades mecánicas

**Muestra**

Es un subgrupo de elementos que pertenecen a la oración definida en sus características, que llamamos la población (Loganayagan, Keerthana, Abishek y Vetrivel, 2021).

Como muestra en la investigación se incorporó PET, en los distintos porcentajes explicados a lo largo de la investigación, tales como 60%, 70%, 80% realizando un total de 36 pruebas de ensayo, recalando que la población para esta investigación se encuentra definida a criterio y apoyo de antecedentes

**Tabla 7: Pruebas de ensayo**

Grupos	Pruebas de ensayo			Total
	Compresión	Absorción	Flexión	Ensayos
Adoquines de concreto	3	3	3	9
Adoquines con 60% de PET	3	3	3	9
Adoquines con 70% de PET	3	3	3	9
Adoquines con 80% de PET	3	3	3	9
Fuente: Elaboración propia				36

### **Muestreo:**

En muestras no probabilísticas, la elección de elementos no depende de la probabilidad, sino de las causas en relación con las particularidades de la indagación o el propósito del estudioso (Gabriel, Bianchi y Bernardes, 2021, p.83).

En el muestreo no probabilístico o dirigido, de esta investigación, es según regla, que por lo menos debe existir 3 unidades para los ensayos de compresión, absorción y flexión.

### **Unidad de análisis:**

El mecanismo de análisis es la forma primordial que se está examinando en una investigación (Angelín, 2021).

Las propiedades mecánicas de adoquines.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Involucra un procedimiento minucioso de ordenamientos, que lleva a la selección de antecedentes con un diseño cierto y adecuado, que registra los datos observados que realmente representan conceptos o volubles que significa el investigador (Chaves, Osorio, Molano, Ospina, y Lizarazo, 2022).

En el actual compromiso de indagación se utilizará la técnica de observación directa para las pruebas de laboratorio donde se trabajaron con los tabloncillos sistemáticos y gráficos tomados del mismo. Además, se realizó una revisión bibliográfica para la recolección de los datos necesarios con el propósito de la indagación.

**Tabla 8:** *Tabla de recolección de datos*

Técnica:	Observación directa
Instrumento:	Ensayos de laboratorio
Tipo de investigación:	Investigación aplicada

Fuente: Elaboración propia

Para esta indagación se desarrollará de acuerdo a los procedimientos de los ensayos de laboratorio. Por el cual se utilizó los siguientes instrumentos:

- Ficha técnica de resistencia a la compresión
- Ficha técnica de resistencia a la absorción
- Ficha técnica de resistencia a la flexión

De la misma forma se utilizará los equipos especializados para el proceso de la elaboración de los adoquines como: Balanza de precisión y horno industrializado 900°C – 1100°C

### 3.5. Procedimientos

Una manera metódica, vigilado que posee como propósito revelar o descifrar los acontecimientos y anómalos, relación y estatutos de un fijo contorno del ambiente (Anusha y Dineshkumar, 2022). Se hizo la recolección de antecedentes y bibliografías que posean relación con el plan de indagación, en el actual compromiso hubo más 40 referencias de MYLOFT. Además, se consiguió el PET y los distintos materiales para la ejecución del diseño de las diferentes pruebas en el recinto y determinación de proporciones de PET en adoquines.

El punto de fusión del tereftalato de polietileno con la arena, a partir de 250°C, hasta 350°C, a esa cantidad de temperatura ya se puede ver fundida estos dos materiales (Bisht, Kumar, Kumari y Dhawan, 2019). Se compró monumentales cantidades de polímeros reutilizados de la compañía, para después llevarlos al horno industrial y someterlo de 250°C, hasta 350°C.

Consecutivamente se busca los agregados necesarios como la arena que es comprado de la ferretería. Seguidamente se llevó los materiales necesarios a la fábrica, para la elaboración de los respectivos adoquines, con diferente dosificación de PET y los convencionales. Se procedió a verificar el modelo de diseño de los adoquines con dimensiones 10x20x4 cm, según la norma técnica para las vías peatonales. Luego del proceso de fundición del PET con la arena, y la compactación. Posteriormente a su secado, se procede al recojo del producto.

Luego de ello, se realizará las pruebas de firmeza como son a aplastamiento, tensión y flexibilidad, para la valoración de las físico - mecánicas. Finalmente, se analizará los efectos obtenidos de cada adoquín con diferente dosificación.

1. Para comenzar se hizo segregacion y limpieza del PET, luego saque el volumen para posterior a ellos obtener el peso indicado para la formacion del adoquin.



*Figura 3.* Reciclaje de botellas de PET

2. De la misma forma, luego que se sacó los porcentajes del volumen del adoquín se realiza la mezcla del PET y la arena, posteriormente pesándolo en una balanza.



*Figura 4. Pesaje del PET y arena*

3. Mas tarde, se prepara la mezcla para el horno, tomando en cuenta que se debe mezclar antes y durante su elaboración.



*Figura 5. Mezclando en el horno*

4. De la misma manera, siempre calcular la temperatura adecuada para cada dosificación, si es excesiva, la mezcla se quemará y no obtendrá su mayor resistencia.



*Figura 6.* Toma de temperatura

5. Después del paso por el horno, se saca en caliente rápidamente pero seguro, se procede a pesar para que cada adoquín reciba la dosificación exacta.



*Figura 7.* Pesaje de mezcla en caliente

6. Luego del pesaje, se procede lo más rápido posible para la compactación.



*Figura 8. Compactación con una gata*

7. Los primeros adoquines salieron con fallas de rajaduras, por la excesiva temperatura



*Figura 9. Primeros adoquines fallidos*

8. Mas tarde, con mayor investigación y experiencia se obtiene mejores resultados.



*Figura 10.* Presentación de adoquines PET

9. Luego se escoge los mejores adoquines para realizar los ensayos pertinentes.



*Figura 11.* Adoquines en el laboratorio

10. Obteniendo resultados favorables, con resistencia a la compresión y flexión muy alta y un bajo porcentaje de absorción.



*Figura 12.* Presentación del adoquín sometido a compresión.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El estudio de datos realiza operaciones, con la finalidad de obtener resultados precisos que ayudan alcanzar el objetivo y dichas operaciones que no pueden precisar anticipadamente ya que recolección de datos puede dejar ver ciertos conflictos (Ceballos, Gonzales y Sánchez, 2021).

En el proceso de la averiguación se fortaleció los resultados de las pruebas obtenidas en la entidad y asimismo representar y descifrar para lo cual se logró matrices, tomando en cálculo la norma para pavimentos urbanos y Normas Técnicas Peruanas. Por lo tanto, nos sirvieron de beneficio para la indecisa de la búsqueda también de la conjetura y fines.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se exige que la experiencia del saber se ejecute acorde a compendios moralistas que afirmen el adelanto del juicio (Chaves, Osorio, Molano, Ospina y Lizarazo, 2020).

El actual plan de averiguación en cuestión garantiza la gentil y franqueza en indivisible causa de preparación de la labor, se indicó el acatamiento a la averiguación derivada para la elaboración de este trabajo y con general pudor la indagación lograda fue justamente citada. Cabe decir que la pesquisa fue creada de acuerdo al método ISO, al vocablo de la preparación al compromiso de la búsqueda se comprobó el valor de la realidad y seguridad por medio de la plataforma turnitin. Asimismo, toda la sensatez que vivió los espectadores como los bienes éticos y decentes que motivan la casa de estudios y que requiere nuestra carrera para y con la población.

#### **IV. RESULTADOS**

De igual importancia, se da a conocer las derivaciones de cada mecanismo empírico personificada en 4 muestras por tres clonaciones, empleando en cada una de las pruebas la NTP 399.611 (Ensayo de compresión, flexión y absorción).

**Título de la tesis:** Propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines de concreto para vías peatonales, Lima – 2022

**Ubicación:**

- Departamento: Lima
- Provincia: Lima



Figura 13. Mapa del Perú, departamentos y provincias.

## DEPARTAMENTO DE LIMA

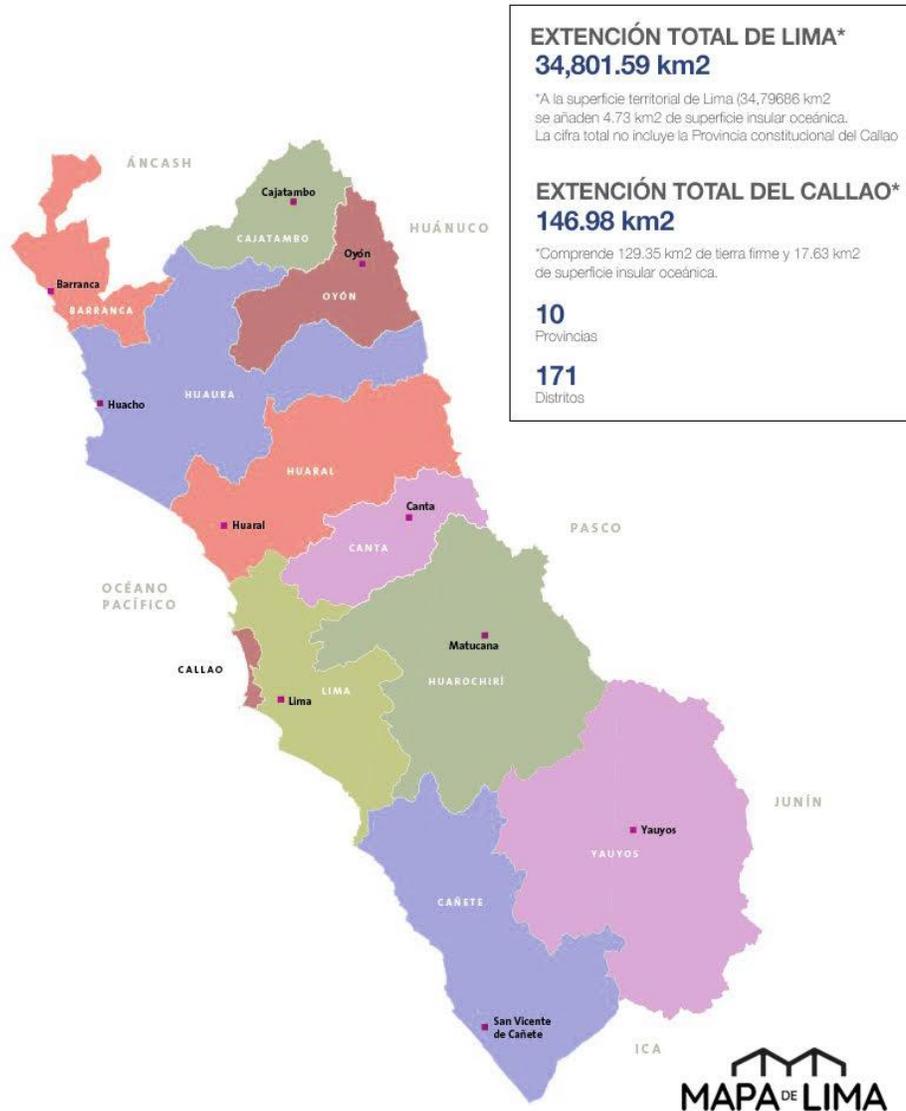


Figura 14. Mapa del departamento de Lima.



Figura 15. Mapa de la provincia de Lima.

**Tabla 9:** Resumen de los ensayos a compresión, flexión y absorción.

Nombre de la muestra	N°	Porcentaje plástico (%)	Porcentaje arena (%)	Temperatura (°C)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia a la flexión (Mpa)	Absorción (%)
<b>Muestra patrón 1</b>	1	-	-	-	25.30	1.28	3.62
	2	-	-	-	24.90	1.68	3.71
	3	-	-	-	25.00	2.57	3.74
<b>Muestra 2</b>	4	60	40	309	52.89	15.64	0.11
	5			310	52.38	18.82	0.11
	6			320	53.73	21.39	0.23
<b>Muestra 3</b>	7	70	30	272	51.89	19.06	0.13
	8			278	53.01	19.30	0.23
	9			286	52.39	24.28	0.39
<b>Muestra 4</b>	10	80	20	261	53.09	10.90	0.61
	11			265	52.88	13.18	0.12
	12			269	52.03	15.42	0

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se muestra de acuerdo a la tabla 9, proporcionó conocer en resumen los efectos de las pruebas a compresión, flexión y absorción. De la misma forma, mostrando en la gráfica como tal se muestra en la figura 6, teniendo en cuenta las cuatro muestras y dentro de cada muestra tiene como contenido 3 ensayos. Explícitamente dando a conocer las interrogantes que se planteó en esta tesis, como eje primario se tiene, firmeza a la compresión, flexión y absorción. Continuando con el eje secundario se tiene la temperatura que se trabajó los adoquines con dosificaciones de PET.

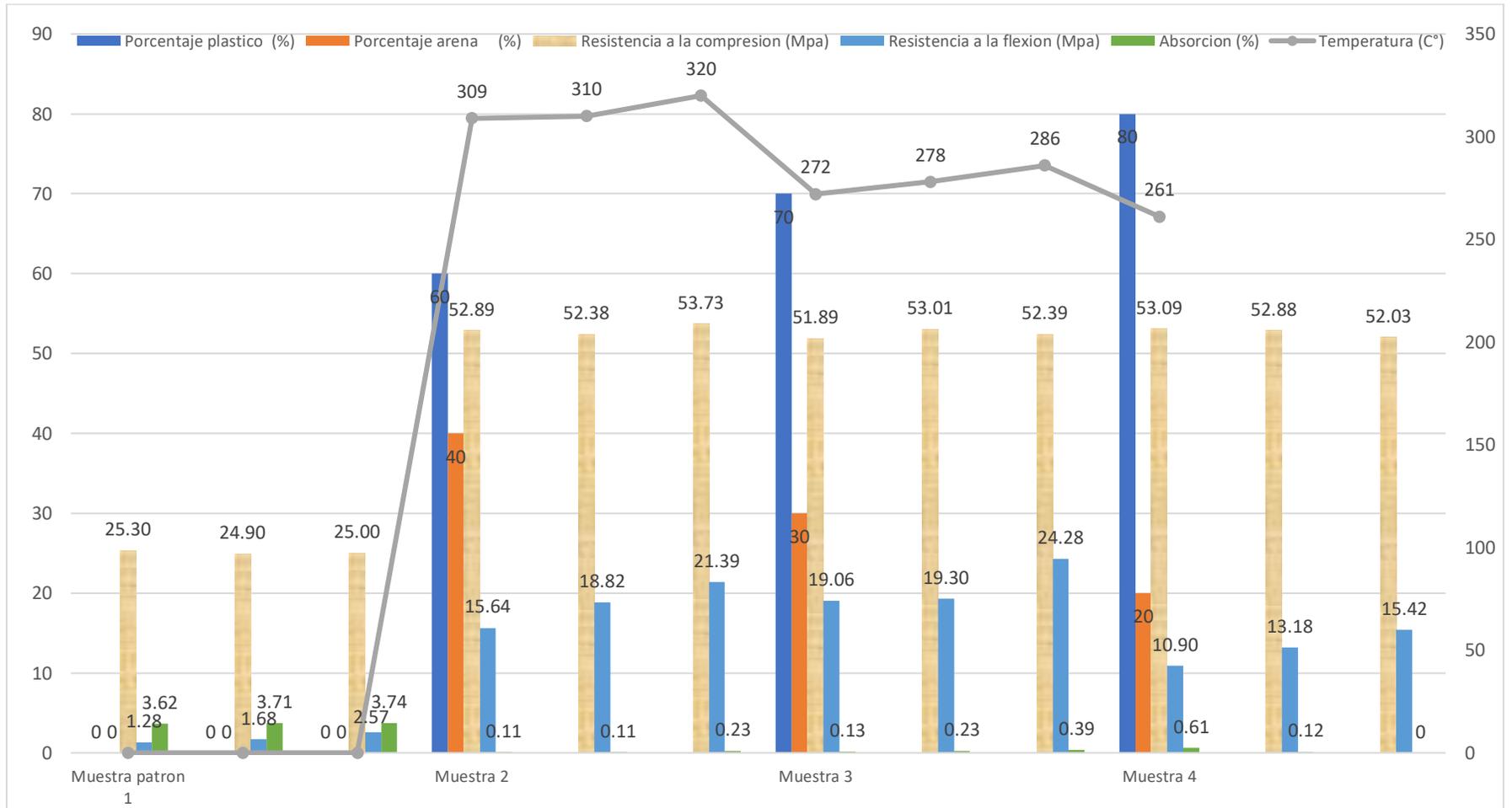


Figura 16. Grafica de resumen de los ensayos.

## Resistencia a compresión de los adoquines

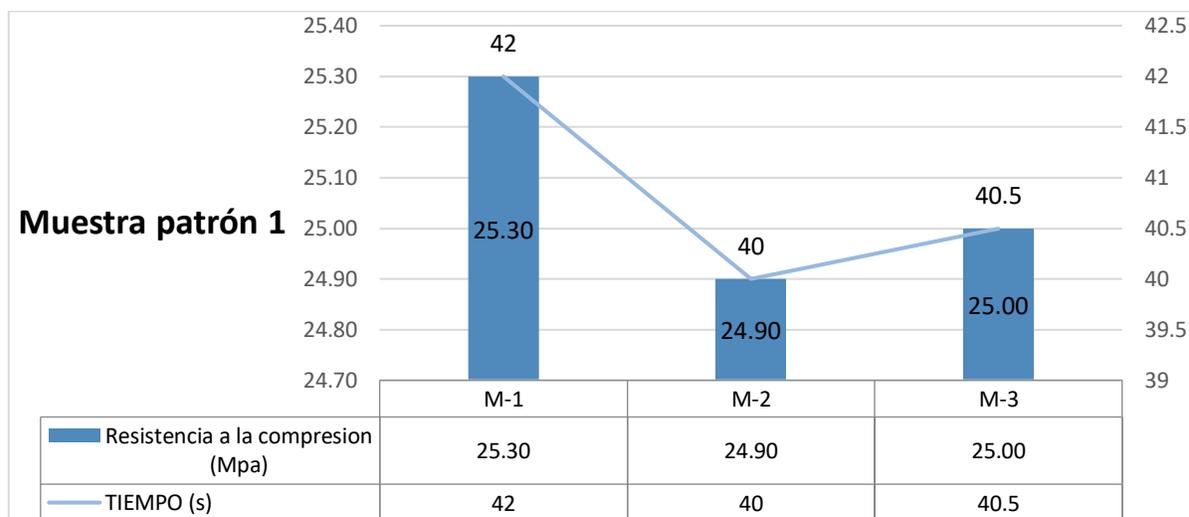
Las pruebas se determinó la firmeza a la compresión de esta manera efectúa en lineamiento a la NTP 399.604, de esta manera los procedimientos permitieron anunciar el aguante de los compendios. De la misma manera, durante las pruebas, se tuvo cautela al aplanamiento de la fisonomía en relación con la cabecilla de la máquina de presión, hacia afirmar una conveniente colocación de la pujanza.

**Tabla 10:** Resultados de los ensayos a compresión (muestra patrón 1).

Nombre de la muestra	N°	Porcentaje plástico (%)	Porcentaje arena (%)	Temperatura (°C)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Tiempo (s)
Muestra patrón 1	1	-	-	-	25.30	42
	2	-	-	-	24.90	40
	3	-	-	-	25.00	40.5

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los efectos de la muestra patrón 1 se analizó un adoquín convencional, que se puede conseguir en distintos lugares fabricantes de ladrillos, arrojando como resultado un promedio de 25.07Mpa de resistencia a la compresión. De la misma manera, se calculó el tiempo de fallo que obtuvo este adoquín, tal como se aprecia en la figura 7.



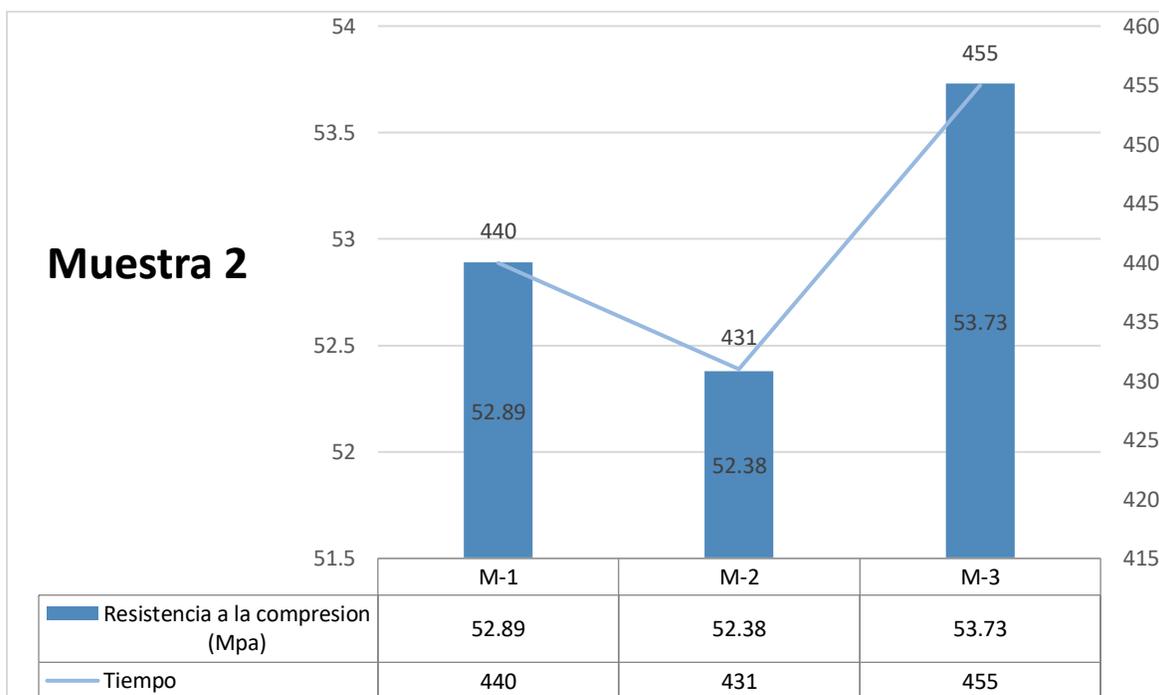
*Figura 17.* Grafica de resultados de los ensayos a compresión (muestra patrón 1).

**Tabla 11: Resultados de los ensayos a compresión (muestra 2)**

Nombre de la muestra	N°	Porcentaje plástico (%)	Porcentaje arena (%)	Temperatura (°C)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Tiempo
Muestra 2	4	60	40	309	52.89	440
	5			310	52.38	431
	6			320	53.73	455

Fuente: Elaboración propia

En los efectos del modelo 2 se analizó con los ensayos pertinentes, así como se muestra en la tabla 11, los adoquines con dosificación de 60% de PET y 40% de arena, se elaboró con una temperatura promedio de 313°C. Arrojando como respuesta un promedio 53Mpa como resistencia a la compresión en un tiempo promedio de 442s, tal como se muestra en la figura 8.



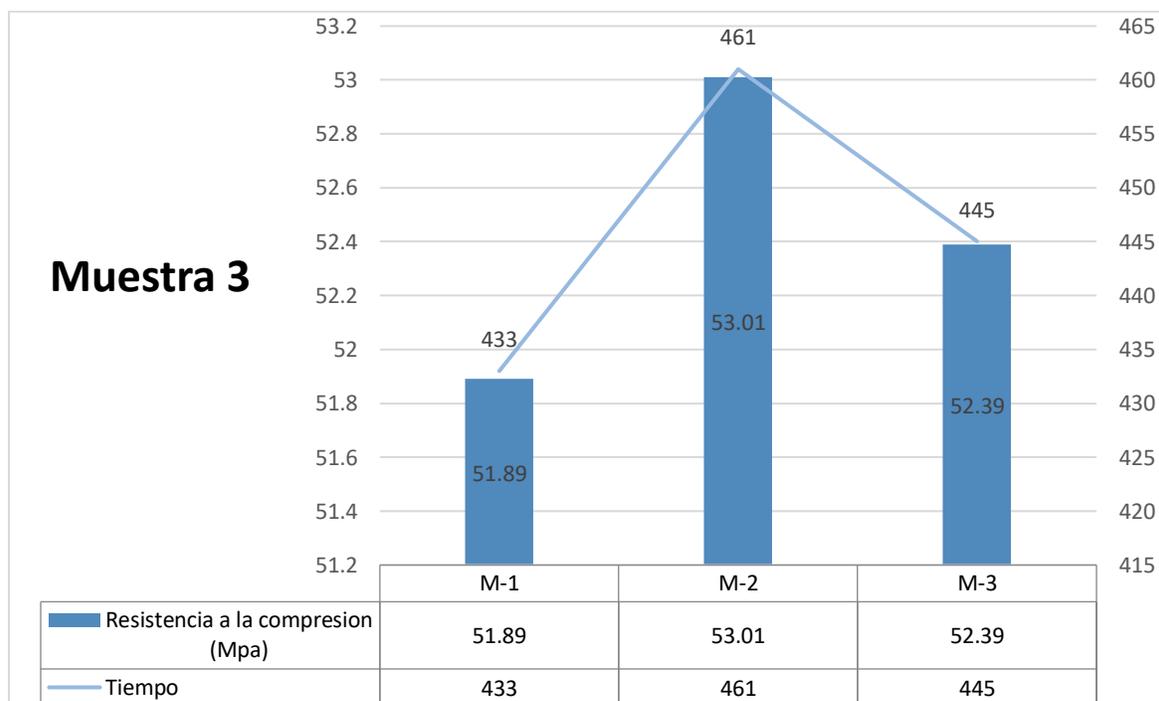
**Figura 18.** Grafica de resultados de los ensayos a compresión (muestra 2).

**Tabla 12: Resultados de los ensayos a compresión (muestra 3)**

Nombre de la muestra	N°	Porcentaje plástico (%)	Porcentaje arena (%)	Temperatura (°C)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Tiempo
Muestra 3	7	70	30	272	51.89	433
	8			278	53.01	461
	9			286	52.39	445

Fuente: Elaboración propia

En los efectos de la muestra 3 se analizó con los ensayos pertinentes, así como se muestra en la tabla 12, los adoquines con dosificación de 70% de PET y 30% de arena, se elaboró con una temperatura promedio de 278.67°C. Arrojando como respuesta un promedio 52.43Mpa como resistencia a la compresión en un tiempo promedio de 446.33s, de acuerdo a la figura 9.



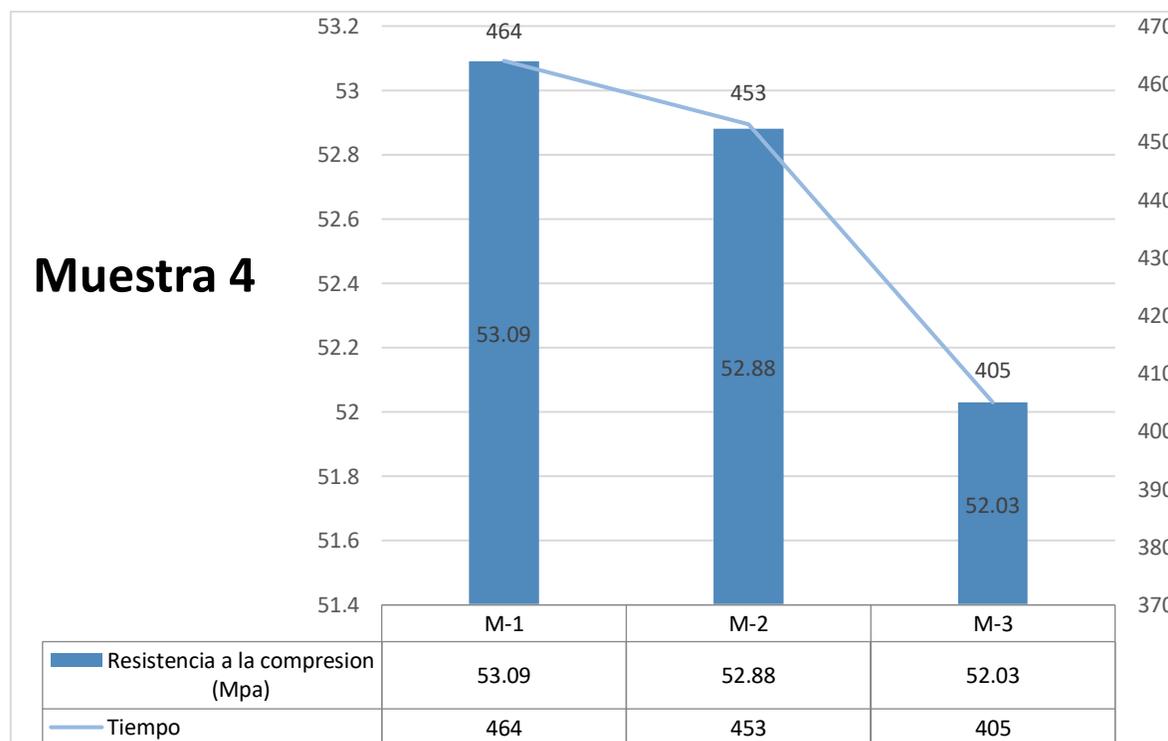
**Figura 19.** Grafica de resultados de los ensayos a compresión (muestra 3).

**Tabla 13: Resultados de los ensayos a compresión (muestra 4)**

Nombre de la muestra	N°	Porcentaje plástico (%)	Porcentaje arena (%)	Temperatura (C°)	Resistencia a la compresión (Mpa)	Tiempo
Muestra 4	10	80	20	261	53.09	464
	11			265	52.88	453
	12			269	52.03	405

Fuente: Elaboración propia

En los efectos de la muestra 4 se analizó con los ensayos pertinentes, así como se muestra en la tabla 13, los adoquines con dosis de (80%) PET y de (20%) arena, se elaboró con una temperatura promedio de 265°C. Arrojando como respuesta un promedio 52.67Mpa como resistencia a la compresión en un tiempo promedio de 440.67s, de acuerdo a la figura 10.



**Figura 20.** Grafica de resultados de los ensayos a compresión (muestra 4).

## Resistencia a flexión de los adoquines

El ensayo que se realizó para comprobar la consistencia a la flexión se trabaja bajo los lineamientos de la NTP 399.613, es adaptable para los adoquines. Se conforma mediante un dispositivo sencillo con dos apoyos que va en la parte de la base y un dispositivo de cuidado del peso en la parte superior, éste tiene que certificar la semejanza entre todos los especímenes.

**Tabla 14:** Resumen de los ensayos a flexión.

Nombre de la muestra	N°	Porcentaje plástico (%)	Porcentaje arena (%)	Temperatura (C°)	Resistencia a la flexión (Mpa)
Muestra patrón 1	1	-	-	-	1.28
	2	-	-	-	1.68
	3	-	-	-	2.57
Muestra 2	4	60	40	309	15.64
	5			310	18.82
	6			320	21.39
Muestra 3	7	70	30	272	19.06
	8			278	19.30
	9			286	24.28
Muestra 4	10	80	20	261	10.90
	11			265	13.18
	12			269	15.42

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se demuestra en la tabla 14, por los ensayos de resistencia a la flexión realizados, se presentó el resumen de los resultados. Por ello, después del análisis por parte de la muestra patrón 1 tiene un resultado de aguante a la flexión de 1.84Mpa, en la muestra 2 tiene en promedio 18.62Mpa, en la muestra 3 tiene en promedio 20.88Mpa y en la muestra 4 tiene en promedio 13.17Mpa, figura 11.

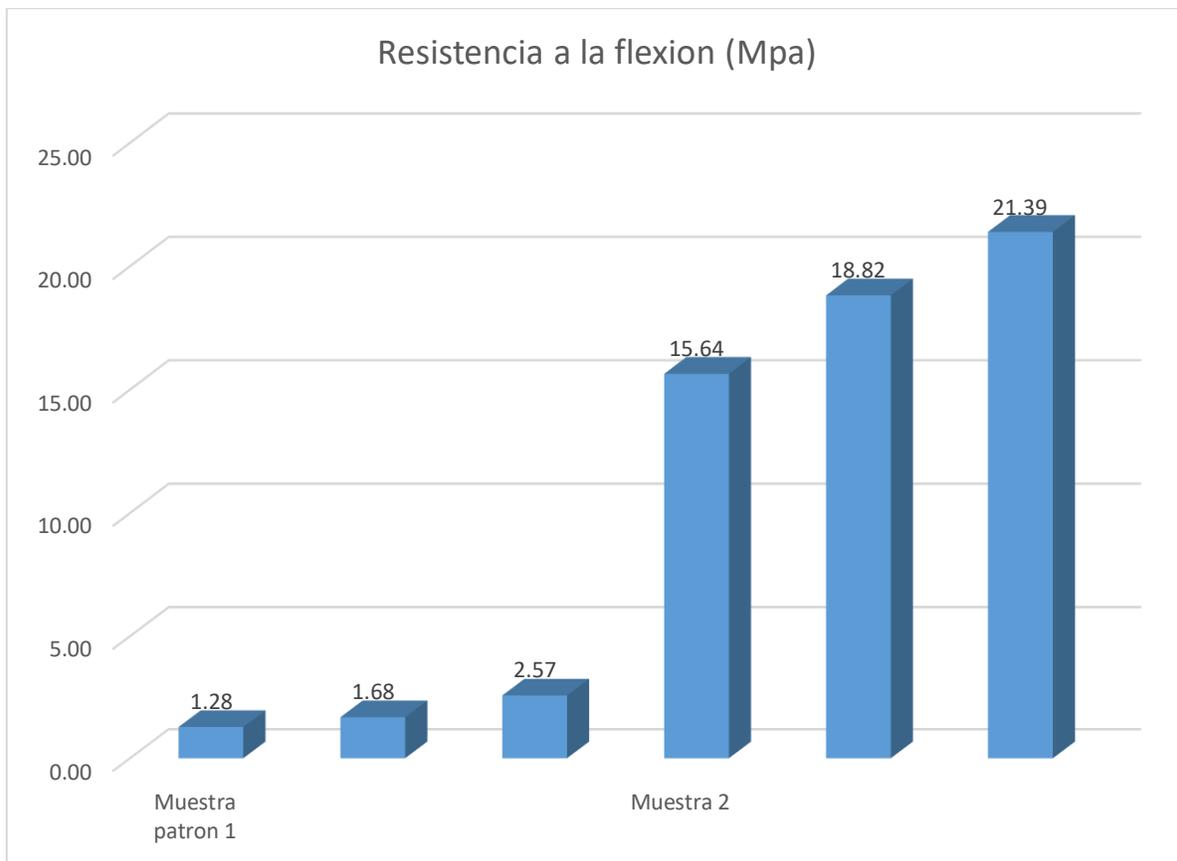


Figura 21. Grafica de resultados de los ensayos a flexión.

### Contenido de humedad de los adoquines

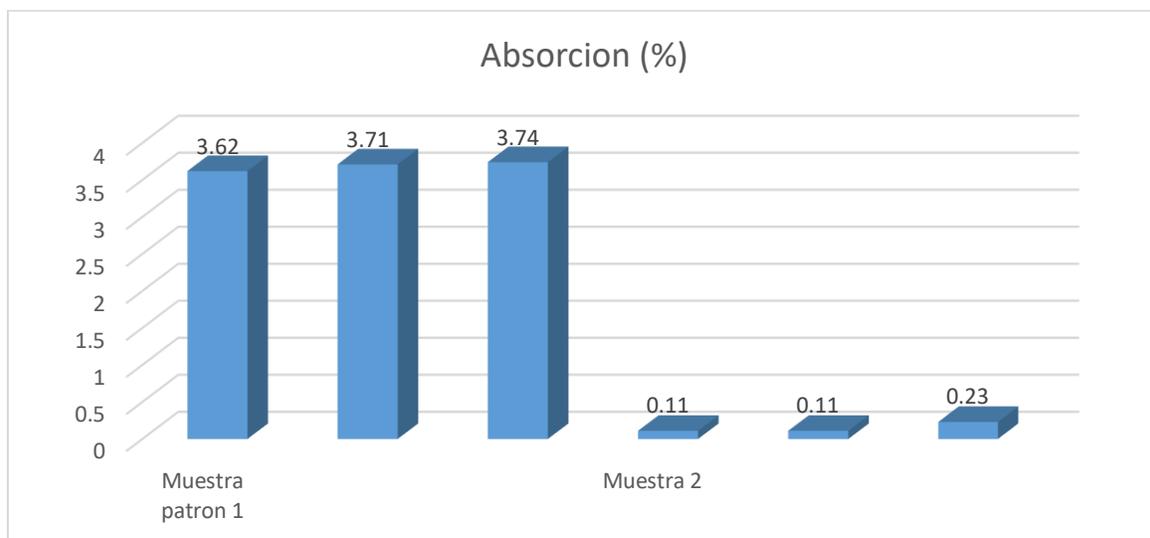
El ensayo que se realizó, se midió de acuerdo a la carga del agua, concerniente en la participación del peso seco del espécimen, es una peculiaridad que se va relacionar con la resistencia y con la porosidad del modelo concurrente. Se determino mediante su manera, se utiliza una balanza para el espécimen en seco, inicialmente se transporta al horno a un grado de calor de 110 °C, posteriormente se coloca internamente de agua por 24h, y así se obtuvo la carga saturada.

**Tabla 15:** Resumen de los ensayos de absorción (contenido de humedad en %).

Nombre de la muestra	N°	Porcentaje plástico (%)	Porcentaje arena (%)	Absorción (%)
Muestra patrón 1	1	-	-	3.62
	2	-	-	3.71
	3	-	-	3.74
Muestra 2	4	60	40	0.11
	5			0.11
	6			0.23
Muestra 3	7	70	30	0.13
	8			0.23
	9			0.39
Muestra 4	10	80	20	0.61
	11			0.12
	12			0

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 15, por los ensayos de absorción realizados se presentó los resultados, en resumen. Por ello, después del análisis por parte de la muestra patrón 1 (tiene un promedio de absorción de 3.69%), en la muestra 2 (tiene un promedio de absorción de 0.15%), en la muestra 3 (tiene un promedio de absorción de 0.25%) y en la muestra 4 (tiene un promedio de absorción de 0.24%). Tal como se muestra en la figura 12.



**Figura 22.** Gráfica de resultados de los ensayos de absorción.

## V. DISCUSIÓN

### Objetivo general

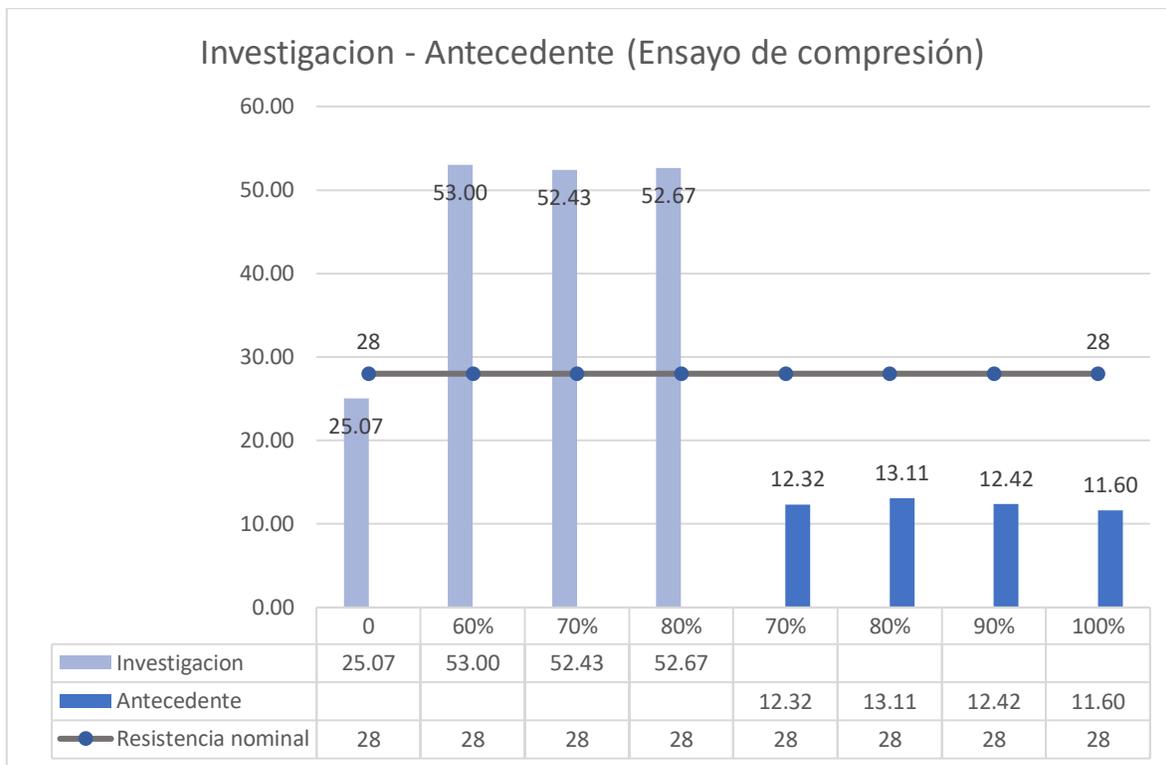
Para esta sección se presentó los efectos analizados, se dio a conocer las pruebas de compresión, flexión y absorción para evaluar las propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales en Lima.

### OE1:

Determinar el aguante a compresión de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales.

Alex, Zachariah, Molsy, Rijo y Amer, los cuales fijaron como objetivo las propiedades para un mejor aguante a la compresión de adoquines en vías peatonales de la India. Según ello, se estudia y a la vez se muestra que el potencial de las tiras de PET recuperadas a modo de asistencia de la superficie para mejorar el rendimiento de ingeniería de los bloques. Tomando como conclusión las muestras evaluadas, se moldearon utilizando diferentes porcentajes de tiras de plástico junto con aditamento del 70%, 80%, 90% y 100% de nervio de polipropileno, teniendo como resistencia de 12.32Mpa, 13.11Mpa, 12.42Mpa, 11.60Mpa, dando a conocer una más grande resistencia que el usado con agregados convencionales (2020).

En este ensayo se determinó el aguante al aplastamiento según la NTP 399.604, es ajustable a los mecanismos de los adoquines utilizados en las vías peatonales. Asimismo, mediante los ordenamientos accede profetizar el aguante de los especímenes. Teniendo como resultado promedio de cada unidad en la muestra patrón 1, muestra 2, muestra 3 y muestra 4 (25.07Mpa, 53Mpa, 52.43Mpa y 52.67Mpa) respectivamente.



**Figura 23.** Grafica de resultados de los ensayos de compresión.

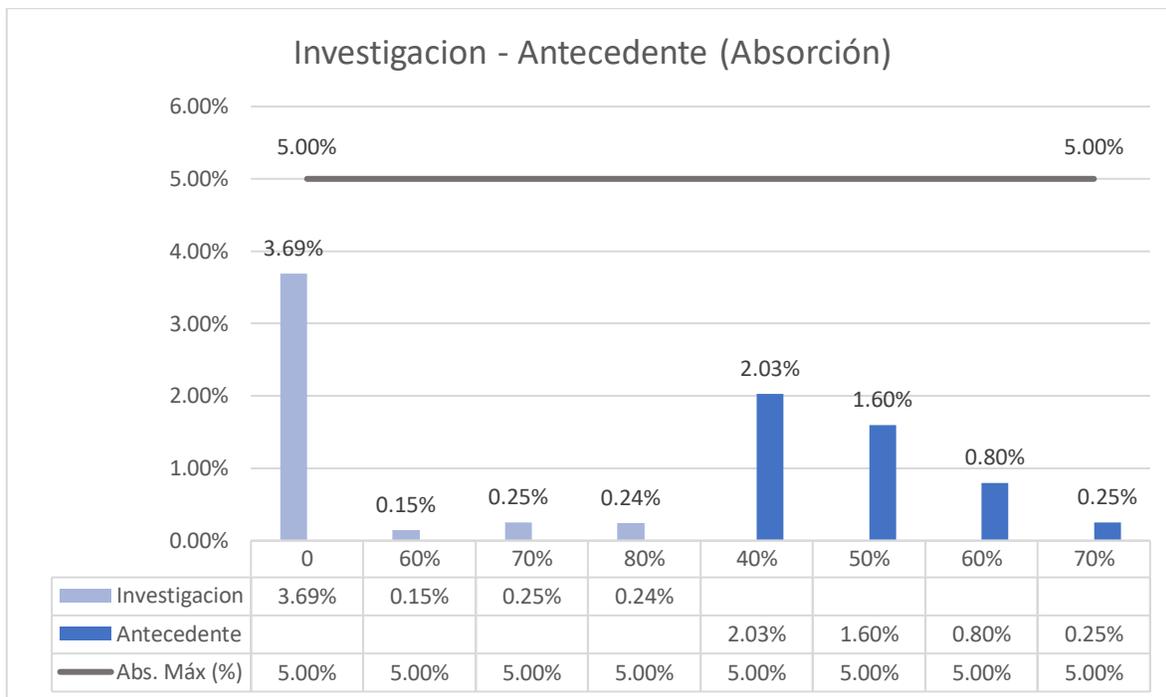
De igual importancia, al contrastar los efectos con los resultados de Alex, Zachariah, Molsy, Rijo y Amer logramos demostrar que en uno y otra indagación se evidenció que existe similar porcentaje de contenido de PET. Por lo tanto, en mi investigación sin contar con la muestra patrón todas superan la resistencia nominal, 60%, 70% y 80% de dosificación de PET y con resistencia de 53.00Mpa, 52.43Mpa y 52.67Mpa. Comparando con los antecedentes 70%, 80%, 90% y 100% de dosificaciones de PET y con resistencia de 12.32Mpa, 13.11Mpa, 12.42Mpa y 11.60Mpa. De la misma manera, en mi investigación se puede observar que, al adicionar demasiado PET, pierde considerablemente su resistencia a la compresión.

OE2:

Determinar absorción de adoquines con diferentes dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales.

Según Tempa, presenta un estudio experimental junto a una evaluación de sostenibilidad de residuos plásticos en Bután. Como objetivo utilizando un aglutinante para la producción económica sin cemento, sostiene que se utilizaron PET en proporciones variables de 40%, 50%, 60% y 70% para reemplazar el cemento y se investigaron para asegurar el logro de propiedades físicas y mecánicas satisfactorias teniendo en cuenta los efectos de la temperatura. Además, el adoquín de plástico tiene un bajo potencial de absorción de agua, ya que, al momento de pasar de su estado líquido, al endurecer los perfiles lo deja con muy poca porosidad. Dando a conocer el porcentaje promedio de cada espécimen, 2.03%, 1.60%, 0.80%, 0.25%. Respectivamente a sus proporciones de variables (2022).

El ensayo que se realizó, dio a conocer con la carga del agua en los especímenes, concerniente con la proporción de la carga del espécimen en seco, es peculiaridad concerniente con el aguante y porosidad del espécimen inspeccionada. Se determinó mediante su procedimiento, como se aprecia en la tabla 15, por los ensayos de absorción realizados se presentó los resultados, en resumen. Por ello, después del análisis por parte de la muestra patrón 1 con 3.69%, en la muestra 2 con 0.15%, en la muestra 3 con 0.25% y en la muestra 4 con 0.24%. Tal como se muestra en la figura 12.



**Figura 24.** Grafica de resultados en porcentaje de absorción.

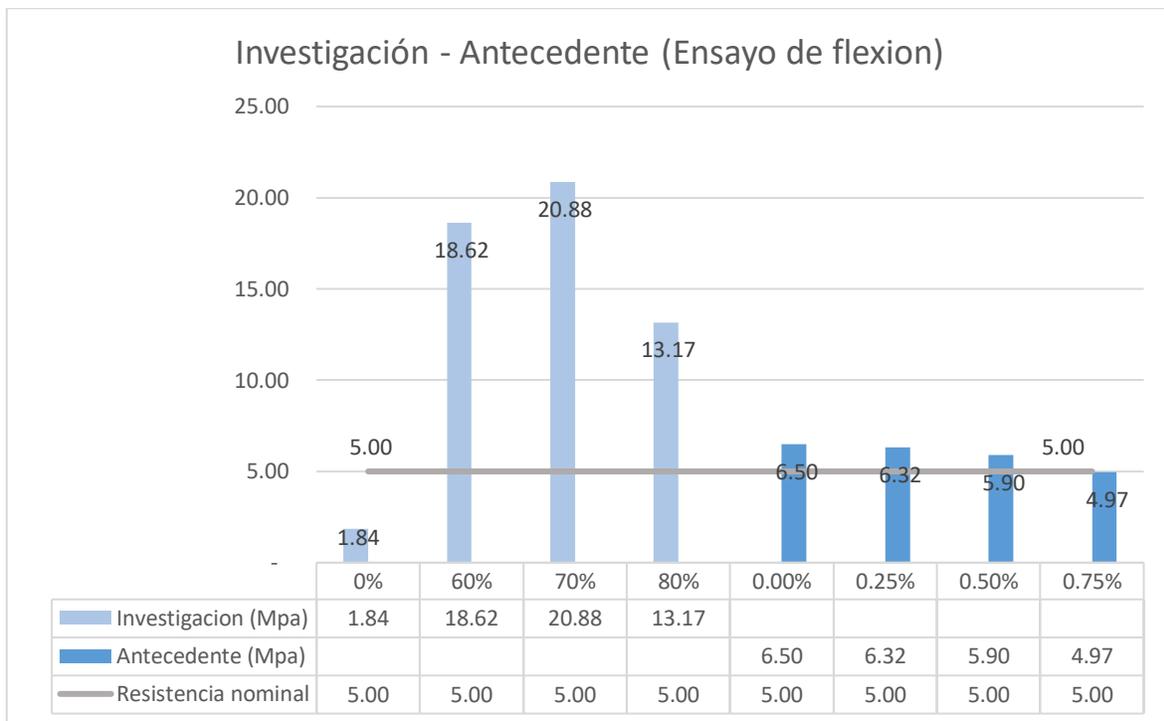
Por otra parte, al cotejar los efectos con los resultados de Tempa, se logro exponer que en ambas investigaciones se comprobó que hay similar porcentaje de contenido de PET. Por lo tanto, en mi investigación contando con la muestra patrón todos tiene menor porcentaje de absorción, para los adoquines sin PET, su porcentaje de absorción es de 3.69% y para los adoquines con adición de PET con 60%, 70%y 80% respectivamente con un porcentaje de absorción en orden de los elementos, 0.15%, 0.25% y 0.24%. Comparando con los antecedentes de 40%, 50%, 60% y 70% y con un porcentaje de absorción respectivamente a cada orden de los elementos, 2.03%, 1.60%, 0.80%, 0.25%. Por lo tanto, Al comparar los resultados de mi investigación, se puede observar que tiene menor contenido de humedad, por las dosificaciones que se escogió.

### OE3:

Determinar el aguante a flexión de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales.

Ananthi, Priyadharsini, Ahamed, Rangasamy, Viney y Surya (2021). Por tanto, tiene como objetivo el reciclaje para la ejecución de adoquines y establecer las peculiaridades de las propiedades mecánicas de los adoquines tipo I, con polipropileno reconsiderado a cotejo de los adoquines de concreto. Asimismo, se logró a modo de efecto una firmeza a la flexión de 6.50Mpa para los adoquines de concreto y hacia los adoquines elaborados con añadidura del 0.25%, 0.50% y 0.75% de polipropileno reconsiderado alcanzó aguantes a la flexión de 6.32Mpa, 5.90Mpa y 4.97Mpa respectivamente.

La prueba para establecer el aguante a la flexión sigue los lineamientos de la NTP 399.613, ajustable a los adoquines. Se conforma mediante un dispositivo sencillo con dos soportes que va en la parte del pie y un dispositivo de cuidado del peso en la parte superior, éste tiene que certificar la semejanza entre todos los especímenes. De la misma manera, se adquirió como efecto una resistencia promedio a la flexión de 1.84Mpa hacia los adoquines de concreto y para los productos con añadidura del 60%, 70% y 80% alcanzó firmeza promedio de 18.62Mpa, 20.88Mpa y 13.17Mpa de flexión respectivamente.



**Figura 25.** Grafica de resultados de resistencia a la flexión.

Por consiguiente, al cotejar los efectos con los efectos de Ananthi, Priyadharsini, Ahamed, Rangasamy, Viney y Surya, podemos demostrar que en ambas investigaciones no hay similar porcentaje de contenido de PET. Por lo tanto, en mi investigación contando con la muestra patrón sin dosificación de PET tiene una resistencia a la flexión de 1.84Mpa y para los adoquines con adición de PET con 60%, 70% y 80% respectivamente tienen una resistencia promedio de 18.62Mpa, 20.88Mpa y 13.17Mpa. Comparando con los antecedentes con la muestra patrón sin dosificación de PET tiene una resistencia a la flexión de 6.50Mpa y para los adoquines con adición de PET 0.25%, 0.50% y 0.75% respectivamente tienen una resistencia a la flexión de 6.32Mpa, 5.90Mpa y 4.97Mpa. Por lo tanto, Al comparar los resultados de mi investigación junto a los antecedentes, se puede observar que tiene menor porcentaje de plástico, finalmente se entiende que, en este caso a mayor dosificación de PET, se obtendrá mejor resistencia para estos ensayos.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los adoquines con distintas dosificaciones de PET presentan mejores propiedades mecánicas respecto a los adoquines convencionales para rutas de peatones en Lima. Para la conclusión general las dosificaciones de PET con proporciones de 60%, 70% y 80%, tienen mayor aguante al aplastamiento, excelente aguante a flexión y baja permeabilidad. Es decir que los adoquines hechos de PET presentan mejores propiedades mecánicas respecto a los adoquines convencionales.
2. Los adoquines PET tienen aguante al aplastamiento, mayor respecto a los adoquines convencional. Los resultados de la investigación confirman que los porcentajes promedio, de cada adoquín PET es muy superior que del convencional. Por ello, teniendo como resultado promedio de cada unidad, la muestra patrón1, muestra2, muestra3 y muestra4. Arroja como resultado las siguientes resistencias, 25.07Mpa, 53Mpa, 52.43Mpa y 52.67Mpa respectivamente.
3. Los adoquines PET tiene menor contenido de humedad que los adoquines de concreto convencional. Teniendo en cuenta las mismas dimensiones el peso de los adoquines con polietileno es mínimo que de los convencionales, en relación por su extinta porosidad la absorción es casi nula para los adoquines con adición de PET con 60%, 70%y 80% respectivamente con un porcentaje de absorción en orden de los elementos, 0.15%, 0.25% y 0.24% y para los adoquines sin PET, su porcentaje de absorción es de 3.69%.
4. Los adoquines PET tienen un aguante a flexión gigante respecto a los adoquines convencional. Se adquirió como efecto una resistencia promedio a la flexión de 1.84Mpa de acuerdo al convencional y para los adoquines elaborados con añadidura de polietileno con 60%, 70% y 80% de PET alcanzó firmeza promedio a la flexión de 18.62Mpa, 20.88Mpa y 13.17Mpa respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Al corroborarse que los adoquines con distintas dosificaciones de PET presentan mejores propiedades mecánicas respecto a los adoquines convencionales de concreto para vías peatonales en Lima, se recomienda que se implemente a nivel nacional, maquinas industrializadas para la realización de estos adoquines hechos de plásticos.
2. Se encomienda utilizar polietileno sin adultera miento en su proceso previo, ya que consigan acrecentar el valor económico, como por ejemplo las botellas sirven especialmente para la realización de estos especímenes, de esa forma se evitará de realizar costos innecesarios.
3. Se recomienda de manera importante y básica que el proceso de adoquinar, la arena y el PET, se efectúe con una “extrusora” por lo cual origina determina una producción acrecentamiento de manera eficaz y registrada.
4. También se recomienda que, al momento de compactar, se tenga una maquina industrializada de esta forma se obtendrá mejores resultados por parte de los acabados.
5. Por último, se recomienda utilizar la dosificación de 70% de PET y 30% de arena, según los resultados de las propiedades mecánicas, resalta por sus mejores resultados en comparación de las demás dosificaciones.

## REFERENCIAS

García, J. (2021). Los plásticos. Blog de Tecnología. Recuperado de <http://www.igvaldemora.org/blog/tecnologia/wp-content/uploads/2011/11/UNIDAD-2-PL%C3%81STICOS2.pdf>

Maure, J. (2018). Fabricación de ladrillos a base de polímeros PET y virutas metálicas. Revista RIC, 4(1), 33-38. Recuperado de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1816/2626>

Groover, S. (2022). Cuestionario Groover. Instituto Tecnológico Superior de Huichapan. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/535120442/Poli-Meros-Groover>

AVILA, M., 2019. Diseño del pavimento con adoquines rectangulares de concreto para la renovación vial en la provincia de Huaral [en línea]. S.I.: Universidad Peruana Los Andes. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1379>.

CEMEX, 2019. ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en concreto? [en línea]. Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/articulos-del-2019>

INSTITUTO de la Construcción y Gerencia (Perú). ICG, of. 23: Ingeniería Civil - Norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima: 2023, p. 20.

NORMA TECNICA PERUANA 399.611 (Perú). NTP, of. 23: Ingeniería Civil - Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima: NTP, 2023, p. 9.

NORMA TECNICA PERUANA 399.604 (Perú). NTP, of. 23: Ingeniería Civil - Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima: NTP, 2023, p. 7.

Concretos Supermix. Adoquines de concreto. *Concreto Supermix*. [En línea] 1 de diciembre de 2021. [https://www.supermix.com.pe/files/dip\\_adoquines.pdf](https://www.supermix.com.pe/files/dip_adoquines.pdf)

Hernández y Mendoza. *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. [en línea]. 15 de junio 2018. [Fecha de consulta: 25 de abril del 2023]. Disponibilidad en [https://www.google.com.pe/books/edition/METODOLOG%C3%8DA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACI%C3%93N/5A2QDwAAQBAJ?hl=es](https://www.google.com.pe/books/edition/METODOLOG%C3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%C3%93N/5A2QDwAAQBAJ?hl=es)

Nicomedes. *Tipos de investigación* [en línea]. Volumen 1, junio 2018. [Fecha de consulta: 25 de abril del 2023]. Disponibilidad en <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>

Ewurum, Lucky; Jokic, Daniel; Bar Ziv, Ezra y McDonald, Armando. Evaluación de las Propiedades Geológicas y Mecánicas de Mezclas El plástico Compuestos a base de residuos [en línea]. Volumen 13, noviembre 2022, n.º 11. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85130469517&doi=10.1007%2fs12649-022-01794-x&partnerID=40&md5>

ISSN: 1877-2641

Suchitra, Oviya y Monisha. Producción de adoquín bloque utilizando residuos de demolición de la construcción y el plástico residuos: una revisión crítica [en línea]. Volumen 65, enero 2022, n.º 1133-1137. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85129159158&doi=10.1016%2fj.matpr.2022.04.164&partnerID=40&md5>

ISSN: 2214-7853

Agyeman, Assiamah y Twumasi. Aprovechando reciclado el plástico residuos como aglutinante alternativo para la producción de adoquines [en línea]. Volumen 11, diciembre 2019, n.º e00246. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85065227919&doi=10.1016%2fj.cscm.2019.e00246&partnerID=40&md5>

ISSN: 2214-5095

Shirsat, Kulkarni y Phadtare. Desarrollo de adoquines de hormigón reciclado sin cemento utilizando residuos plástico fundidos como aglomerante [en línea]. Volumen 87, 2021, n.º 23-31. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85096235921&doi=10.1007%2f978-981-15-6463-5\\_3&partnerID=40&md](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85096235921&doi=10.1007%2f978-981-15-6463-5_3&partnerID=40&md)

ISSN: 23662557

Balegamire, Clarisse; Nkuba, Bossisi y Dable, Pierre. *Producción de relaves de mina de oro basada concretos adoquines por sustitución de arena natural de río en Misisi, este del Congo* [en línea]. Volumen 7, abril 2022, n.º 100427. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85123959860&doi=10.1016%2fj.clet.2022.100427&partnerID=40&md5=3>

ISSN: 2666-7908

Savaranan SS y Jagadeesh P. *Evaluación de las propiedades de resistencia y durabilidad de bloques de adoquines de concreto sostenible utilizando arena manufacturada como agregados finos* [en línea]. Volumen 10, octubre 2020, n.º 7908-7916. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85096518442&partnerID=40&md5=d70cf42f799644ef161eb447a8f79be0>

ISSN: 1904-4720

Titiksh, Abhyuday; Wanjari, Swapnil P. *Adoquines de hormigón dosificado con hiperplastificante que contienen cenizas volantes en lugar de áridos finos - Un paso hacia la construcción sostenible finos* [en línea]. Volumen 17, diciembre 2021, n.º e01338. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85136283120&doi=10.1016%2fj.cscm.2022.e01338&partnerID=40&md5>

ISSN: 2214-5095

Anciaes, Paulo y Jones, Pedro. *Prioridad peatonal en el diseño de calles - ¿cómo puede mejorar la movilidad sostenible?* [en línea]. Volumen 60, septiembre 2021, n.º 220-227. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85123642886&doi=10.1016%2fj.trpro.2021.12.029&partnerID=40&md5>

ISSN: 23521457

Krishna, Vamsi y Reddy, Rakesh. *Aplicaciones de materiales verdes para la preparación de ladrillos y adoquines* [en línea]. Volumen 7, 2018, n.º 3. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082346428&doi=10.14419%2fijet.v7i3.29.18465&partnerID=40&md5=>

ISSN: 2227-524X

Yang, Sung Chul. Un estudio de viabilidad del compuesto de madera y plástico adoquín bloque para áreas básicas de descanso [en línea]. Volumen 47, 2019, n.º 1. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061092989&doi=10.5658%2fWOOD.2019.47.1.51&partnerID=40&md5>

ISSN: 1017-0715

Dhawan, Ridham; Bisht, Brij Mohan Singh; Kumar, Rajeev; Kumari, Saroj y Dhawan SK. Reciclaje del plástico residuos en baldosas con inflamabilidad reducida y resistencia a la tracción mejorada [en línea]. Volumen 124, abril 2019, n.º 299-307. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85062655101&doi=10.1016%2fj.psep.2019.02.018&partnerID=40&md5>

ISSN: 0957-5820

Hemalata D. Reutilización de residuos plásticos y residuos de demolición en el desarrollo del plástico adoquín bloquear [en línea]. Volumen 78, abril 2019, n.º 4. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85100814981&partnerID=40&md5=1b7753967c02707ecff63b8dc303444>

ISSN: 0022-4456

Alex, Kevin; Zachariah, Jithin P.; Jose, Molsy; George, Rijo; Ana, Anita y Suhail, Amer. Características de resistencia a la compresión de tierra apisonada estabilizada adoquín bloques [en línea]. Volumen 40, 2020, n.º 6. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091132087&partnerID=40&md5=a1c6dc04a85a720cb9518c46d903fac>

ISSN: 0253-7141

Ryu, Byung; Lee, Sojeong y Chang, Ilhan. Bloques de pavimento permeables hechos de tereftalato de polietileno reciclado (PET): propiedades de fabricación e ingeniería [en línea]. Volumen 12, agosto 2020, n.º 6356. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85090085604&doi=10.3390%2fSU12166356&partnerID=40&md5=a4b66>

ISSN: 2071-1050

Uvarajan, Turkeswari; Gani, Paran; Chuan, NG Chuck y Zulkernain, Nur Hanis. Reutilizando el plástico residuos en la producción de ladrillos y adoquines: una revisión [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85113806175&doi=10.1080%2f19648189.2021.1967201&partnerID=40&>

ISSN: 1964-8189

Gabriel, Tadeu; Bianchi, Fernando y Bernardes, Americo. Evaluación de propiedades mecánicas de enclavamiento el plástico adoquines fabricado a partir de residuos de la industria electrónica en Brasil [en línea]. Volumen 6, marzo 2021, n.º 15. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102810886&doi=10.3390%2frecycling6010015&partnerID=40&md5=a>

ISSN: 2313-4321

Anusha G. y Dineshkumar R. Estudio sobre adoquines con residuos plásticos y ceniza de bagazo de caña de azúcar [en línea]. 2022. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85137412275&doi=10.1016%2fj.matpr.2022.08.367&partnerID=40&md5>

ISSN: 2214-7853

Tempa, Karma; Chettri, Nimesh; Thapa, Gautama; Phurba; Gyeltshen, Cheki; Norbu, Dawa; Gurung, Dikshika y Wangchuk, Ugyen. Un estudio experimental y una evaluación de la sostenibilidad del plástico residuos como material aglutinante para la producción económica sin cemento [en línea]. Volumen 26, febrero 2022, n.º 101008. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85108515044&doi=10.1016%2fj.jestch.2021.05.012&partnerID=40&md5=>

ISSN: 2215-0986

Mohamad, Habib Musa; Bolong, Nurmin; Sad, Ismail; Gungat, Lillian; Tioon, Jano; Pile, Rosman y Delton, Marcos. Fabricación de hormigón pavimentador a bloque uso de materiales de desecho y subproductos: una revisión [en línea]. Volumen 22, mayo 2022, n.º 93. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85130449923&doi=10.21660%2f2022.93.j2363&partnerID=40&md5=149>

ISSN: 2186-2982

Abhishek, Yadav; Shashikant, Srivastava y Satish, Kumar. Un estudio sobre el uso de polipropileno en mezclas bituminosas para pavimentación [en línea]. Volumen 2413, junio 2022, n.º 030013. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85133482350&doi=10.1063%2f5.0091326&partnerID=40&md5=754c077>

ISSN: 0094-243X

Mejia Arcila J.; Valencia-Saavedra W. y Mejia de Guitierrez R. Conglomerantes activados alcalinos ecoeficientes para la fabricación de bloques y adoquines peatonales con baja huella de carbono: Propiedades mecánicas y evaluación ACV [en línea]. Volumen 70, 2020, n.º 340. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85095916679&doi=10.3989%2fMC.2020.17419&partnerID=40&md5=a6>

ISSN: 0465-2746

Ananthi K.; Priyadharsini S.; Ahamed, A. Ijas; Rangasamy, B. Viney y Surya, R. Prabhu. Reciclaje de material plástico para la fabricación de adoquines [en línea]. Volumen 838, 2022, n.º 79-87. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85128919432&doi=10.1007%2f978-981-16-8550-7\\_9&partnerID=40&md](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85128919432&doi=10.1007%2f978-981-16-8550-7_9&partnerID=40&md)

ISSN: 1876-1100

Nandi, Sumit y Ransinchung. Laboratory investigation of Portland cement concrete paver blocks made with Reclaimed Asphalt Pavement aggregates [en línea]. Volumen 23, marzo 2022, n.º 3. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoa&AN=58947889&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 1468-0629

Angelin, G. y Velkennedy, R. Experimental optimization of metakaolin and nanosilica composite for geopolymer concrete paver blocks [en línea]. Volumen 22, enero 2021, n.º 1. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=148998810&lang=es&site=ehost-live>

ISSN:1464-4177

Ceballos, Santiago; Gonzales, Diana y Sánchez, Julian. Construction and Demolition Waste (C&DW) Recycling Generated at the Universidad del Valle (Meléndez) for the Manufacture of Paving Stones [en línea]. Volumen 34, 2021, n.º 1. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=151116236&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 0120-100X

Chaves, Saieth; Osorio, Ernesto; Molano, Carlos; Ospina, Miguel y Lizarazo, Jaime. Technical and economic comparison between recycled plastic and hydraulic concrete pavers [en línea]. Volumen 41, 2020, n.º 21. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=144752063&lang=es&site=ehost-live>

ISSN: 0798-1015

Nkomo, NZ; Masu, LM; Nziu, PK. Effects of Polyethylene Terephthalate Fibre Reinforcement on Mechanical Properties of Concrete [en línea]. Volumen 2022, mayo 2022, n.º 9. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effects-polyethylene-terephthalate-fibre/docview/2667631091/se-2>

DOI:10.1155/2022/4899298

Loganayagan; Keerthana; Abishek y Vetrivel, Amudhan. Study on plastic pet bottles characteristics to develop eco- friendly plastic paver blocks [en línea]. Volumen 1059, febrero 2021, n.º 1. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.proquest.com/scholarly-journals/study-on-plastic-pet-bottles-characteristics/docview/2513066732/se-2>

DOI:10.1088/1757-899X/1059/1/012042

Rouzbeh Ghabchi; Chamika Prashan y Maryam Mihandoust. Viabilidad del uso de tereftalato de polietileno (PET) reciclado micronizado como aditivo ligante asfáltico: un estudio de laboratorio [en línea]. Volumen 292, julio 2021. [Fecha de consulta: 11 de octubre del 2022]. Disponibilidad en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821011375>

Liñan, Jazmin; Alvarez, Leonel; Garcia, Maria y Diaz, Luis. Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías vehiculares de tránsito ligero. Tesis (Bachiller en ingeniería civil). Perú, El Agustino: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponibilidad en [https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV\\_INST/175ppoi/alma991002880280407001](https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/175ppoi/alma991002880280407001)

ANEXOS:



Figura 26. Cubierta adoquinada en forma de bóveda

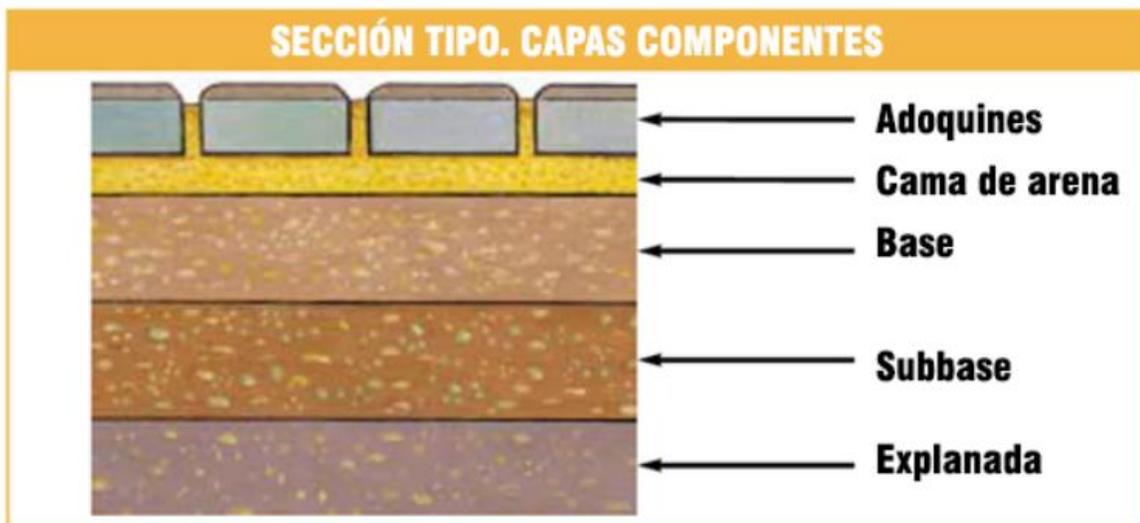


Figura 27. Tipo de capas

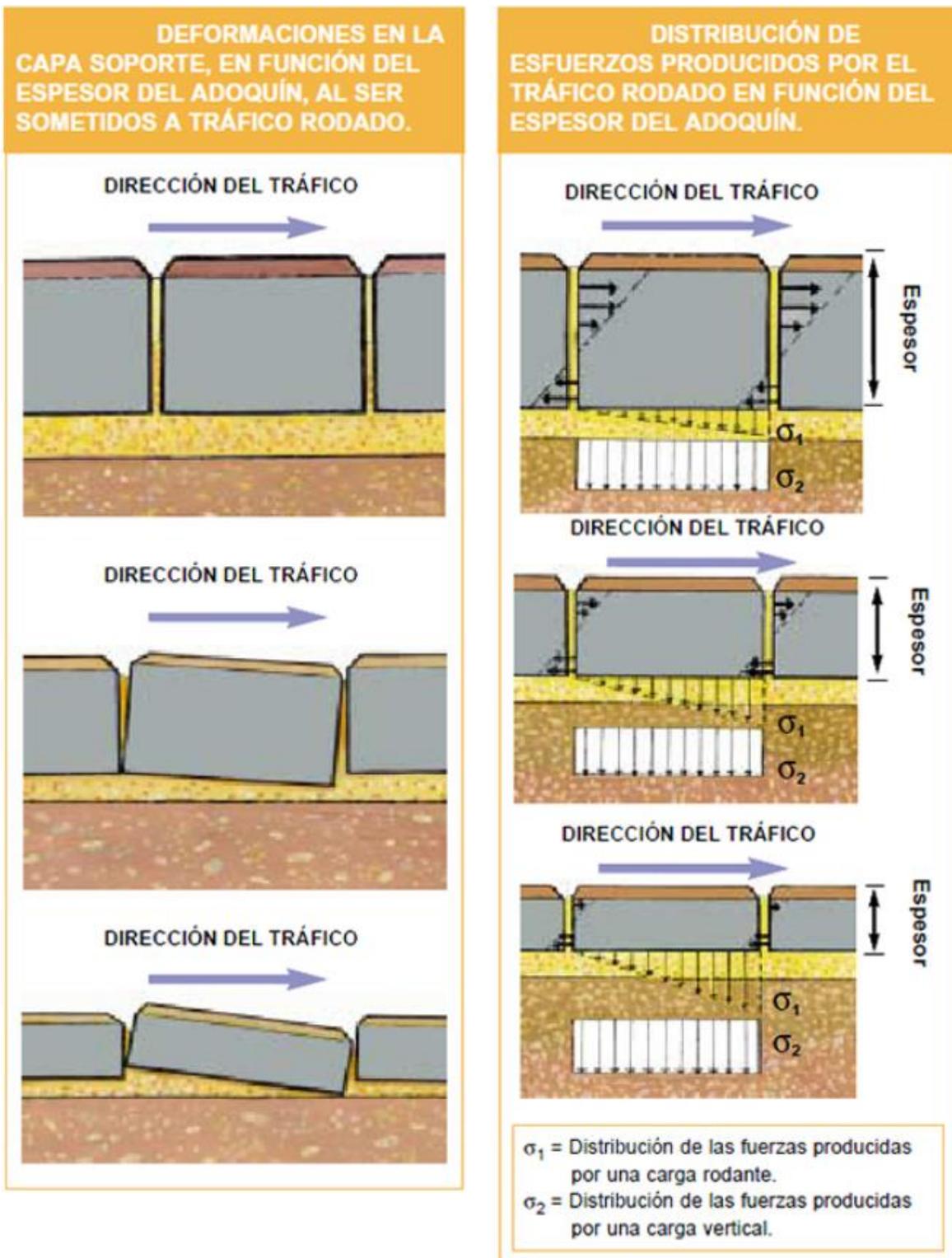


Figura 28. Deformaciones graficas de acuerdo a las cargas distribuidas.

**Tabla 16:** *Granulometría de la cama de arena*

**Granulometría de la Arena de Cama**  
[NTP 400.037]

<b>MALLA</b>	<b>% PASA</b>
3/8"	100
N° 4	95 - 100
N° 8	80 - 100
N° 16	50 - 80
N° 30	25 - 60
N° 50	05 - 30
N° 100	00 - 10

Fuente: Instituto de la construcción y gerencia (ICG)

**Tabla 17:** *Granulometría del sello de arena*

**Granulometría de la Arena de Sello**  
[NTP 400.011]

<b>MALLA</b>	<b>% PASA</b>
N° 4	100
N° 8	95 - 100
N° 16	70 - 100
N° 30	40 - 75
N° 50	10 - 35
N° 100	02 - 15
N° 200	00 - 05

Fuente: Instituto de la construcción y gerencia (ICG)

**Tabla 18:** *Tipo y uso de los adoquines*

**Adoquines – Requisitos**  
[NTP 399.611]

<b>TIPO</b>	<b>USO</b>
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

Fuente: Instituto de la construcción y gerencia (ICG)

**Tabla 19:** *Resistencia a la compresión*

**Resistencia a la Compresión**

<b>TIPO</b>	<b>ESPESOR (mm)</b>	<b>PROMEDIO* (MPa)</b>	<b>MINIMO* (MPa)</b>
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	37
	80	37	33
III	100	35	32
	≥ 80	55	50

Fuente: Instituto de la construcción y gerencia (ICG)

## ANEXO 20 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: Propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines de concreto para vías peatonales, Lima – 2022

Autor: Saona Chomba, Kevin Bryan

VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Tereftalato de polietileno (PET)	La implementación en proporciones distintas de PET para los adoquines, en reemplazo del cemento y se investigaron para asegurar el logro de propiedades físicas y mecánicas satisfactorias teniendo en cuenta los efectos de la temperatura. La resistencia a la compresión aumenta con el aumento de la proporción de contenido plástico (Abhishek, Shashikant y Satish, 2022).	Se diseñará adoquines PET, con mayor cantidad de porcentaje de plástico que arena, además tiene un bajo potencial de absorción de agua.	Dosificaciones	60%	De razón
				70%	
				80%	
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Propiedades mecánicas de adoquines	Las propiedades mecánicas se evalúan según los estudios experimentales previos que se utilizan en un laboratorio probando de este modo su resistencia, de acuerdo al tipo de uso que se implemente, previamente considerando los agregados (Nkomo, Masu y Nziu, 2022).	La variable dependiente se definirá según la evaluación de las propiedades mecánicas de los ensayos de resistencia, de acuerdo al uso del adoquín, en este caso será tipo I: Adoquines para pavimentos de uso peatonal.	Resistencia a la compresión	- Carga máxima (KN). - Área bruta (m2) - A los 28 días	De razón
			Resistencia a la absorción	- Carga máxima (KN). - Área bruta (m2) - A los 28 días	
			Resistencia a la flexión	- Carga máxima (KN). - Área bruta (m2) - A los 28 días	

## ANEXO 21 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines de concreto para vías peatonales, Lima – 2022

Autor: Saona Chomba, Kevin Bryan

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente (X)			
¿Cuál es la mejor opción según sus propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022?	Evaluar las propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022.	Los adoquines con distintas dosificaciones de PET presentan mejores propiedades mecánicas respecto a los adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022.	Tereftalato de polietileno (PET)	Dosificaciones	60%	-Horno industrializado 300°C – 400°C  -Balanza de precisión
					70%	
					80%	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente (Y)			
¿Cuál será la resistencia a compresión de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022?	Determinar la resistencia a compresión de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022.	Los adoquines PET tienen una resistencia a la compresión superior respecto a los adoquines de concreto convencional.	Propiedades mecánicas de adoquines	Resistencia a la compresión	- Carga máxima (KN). - Área bruta (m <sup>2</sup> )	Pavimentos Urbanos CE.010 NTP 339.034
¿Cuál será el contenido de humedad de los adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022?	Determinar el contenido de humedad de los adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022.	Los adoquines PET tiene menor contenido de humedad que los adoquines de concreto convencional.		Resistencia a la absorción	- Carga máxima (KN). - Área bruta (m <sup>2</sup> )	Pavimentos Urbanos CE.010 MTC E – 205 NTP 400.021
¿Cuál será la resistencia a flexión de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022?	Determinar la resistencia a flexión de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines convencionales de concreto para vías peatonales, Lima – 2022.	Los adoquines PET tienen una resistencia a la flexión superior respecto a los adoquines de concreto convencional.		Resistencia a la flexión	- Carga máxima (KN). - Área bruta (m <sup>2</sup> )	Pavimentos Urbanos CE.010 NTP 339.078

## ANEXO 22 Instrumentos y validación

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.00 DATOS GENERALES						
1.1	Proyecto:	Propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines de concreto para vías peatonales, Lima – 2022				
1.2	Autor:	Saona Chomba, Kevin Bryan				
2.00 DATOS DEL EXPERTO						
2.1	Experto:	Carmen Beatriz Rodriguez Solis				
2.2	Profesión:	Ingeniera Civil				
2.3	Registro CIP:	50202				
2.4	Correo:	carmen_b55@hotmail.com				
2.5	N° de celular:	991880407				
3.00 ASPECTOS DE VALIDACION						
3.1	Propiedades mecánicas	Deficiente (0-20%)	Regular (21-40%)	Buena (41-60%)	Muy buena (61-80%)	Excelente (81-100%)
3.1.1	Resistencia a la compresión					
3.1.1.1	Carga máxima (KN)					
3.1.1.2	Área bruta (m2)					
3.1.2	Resistencia a la tracción					
3.1.2.1	Carga máxima (KN)					
3.1.2.2	Área bruta (m2)					
3.1.3	Resistencia a la flexión					
3.1.3.1	Carga máxima (KN)					
3.1.3.2	Área bruta (m2)					
3.2	Adoquines PET					
3.2.1	Porcentaje de adición					
3.2.1.1	60%					
3.2.1.2	70%					
3.2.1.3	80%					
3.3	Adoquines de concreto					
3.3.1	Convencional					
3.3.1.1	Agua					
3.3.1.2	Arena					
3.3.1.3	Cemento					
4.00 PROMEDIO DE VALORACION AL 100%						
4.1	TOTAL:					

Firma:



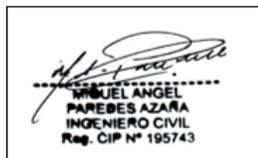
CARMEN BEATRIZ  
RODRIGUEZ SOLIS  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 50202

DNI: 08599106

Lima, noviembre de 2022.

<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>						
<b>1.00</b>	<b>DATOS GENERALES</b>					
1.1	Proyecto:	Propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines de concreto para vías peatonales, Lima – 2022				
1.2	Autor:	Saona Chomba, Kevin Bryan				
<b>2.00</b>	<b>ASPECTOS DE VALIDACION</b>					
2.1	<b>Propiedades mecánicas</b>	<b>Deficiente (0-20%)</b>	<b>Regular (21-40%)</b>	<b>Buena (41-60%)</b>	<b>Muy buena (61-80%)</b>	<b>Excelente (81-100%)</b>
2.1.1	Resistencia a la compresión					
2.1.1.1	Carga máxima (KN)					
2.1.1.2	Área bruta (m2)					
2.1.2	Resistencia a la tracción					
2.1.2.1	Carga máxima (KN)					
2.1.2.2	Área bruta (m2)					
2.1.3	Resistencia a la flexión					
2.1.3.1	Carga máxima (KN)					
2.1.3.2	Área bruta (m2)					
2.2	<b>Adoquines PET</b>					
2.2.1	Porcentaje de adición					
2.2.1.1	60%					
2.2.1.2	70%					
2.2.1.3	80%					
2.3	<b>Adoquines de concreto</b>					
2.3.1	Convencional					
2.3.1.1	Agua					
2.3.1.2	Arena					
2.3.1.3	Cemento					
<b>3.00</b>	<b>POROMEDIO DE VALORACION AL 100%</b>					
3.1	TOTAL:					

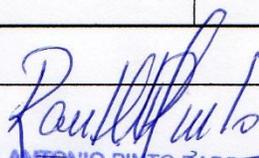
Firma:



Lima, noviembre de 2022.

## FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

1.00 DATOS GENERALES					
1.1	Proyecto:	Propiedades mecánicas de adoquines con distintas dosificaciones de PET y adoquines de concreto para vías peatonales, Lima – 2022			
1.2	Autor:	Saona Chomba, Kevin Bryan			
2.00 ASPECTOS DE VALIDACION					
2.1	<b>Propiedades mecánicas</b>				
2.1.1	Resistencia a la compresión				
2.1.1.1	Carga máxima (KN)				
2.1.1.2	Área bruta (m2)				
2.1.2	Resistencia a la tracción				
2.1.2.1	Carga máxima (KN)				
2.1.2.2	Área bruta (m2)				
2.1.3	Resistencia a la flexión				
2.1.3.1	Carga máxima (KN)				
2.1.3.2	Área bruta (m2)				
2.2	<b>Adoquines PET</b>				
2.2.1	Porcentaje de adición				
2.2.1.1	60%				
2.2.1.2	70%				
2.2.1.3	80%				
2.3	<b>Adoquines de concreto</b>				
2.3.1	Convencional				
2.3.1.1	Agua				
2.3.1.2	Arena				
2.3.1.3	Cemento				

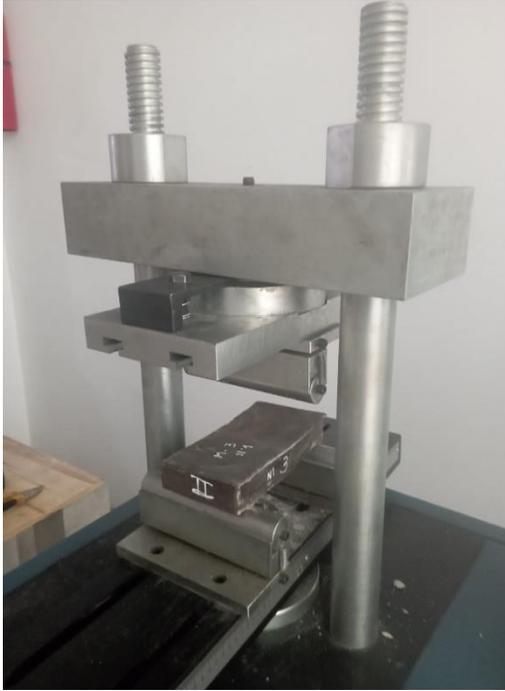


PAUL ANTONIO PINTO BARRANTES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 51304

## ANEXO 23 Panel fotográfico



Figura 29. Taller donde se realizó la elaboración de los adoquines.



*Figura 30.* Adoquines de concreto y adoquines PET, sometidas a los ensayos de compresión y flexión.

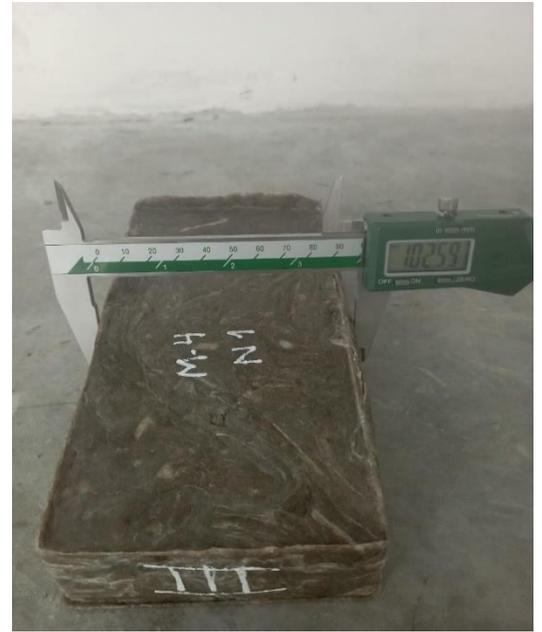


Figura 31. Medición y resultados de los adoquines después de ser sometido por los ensayos.

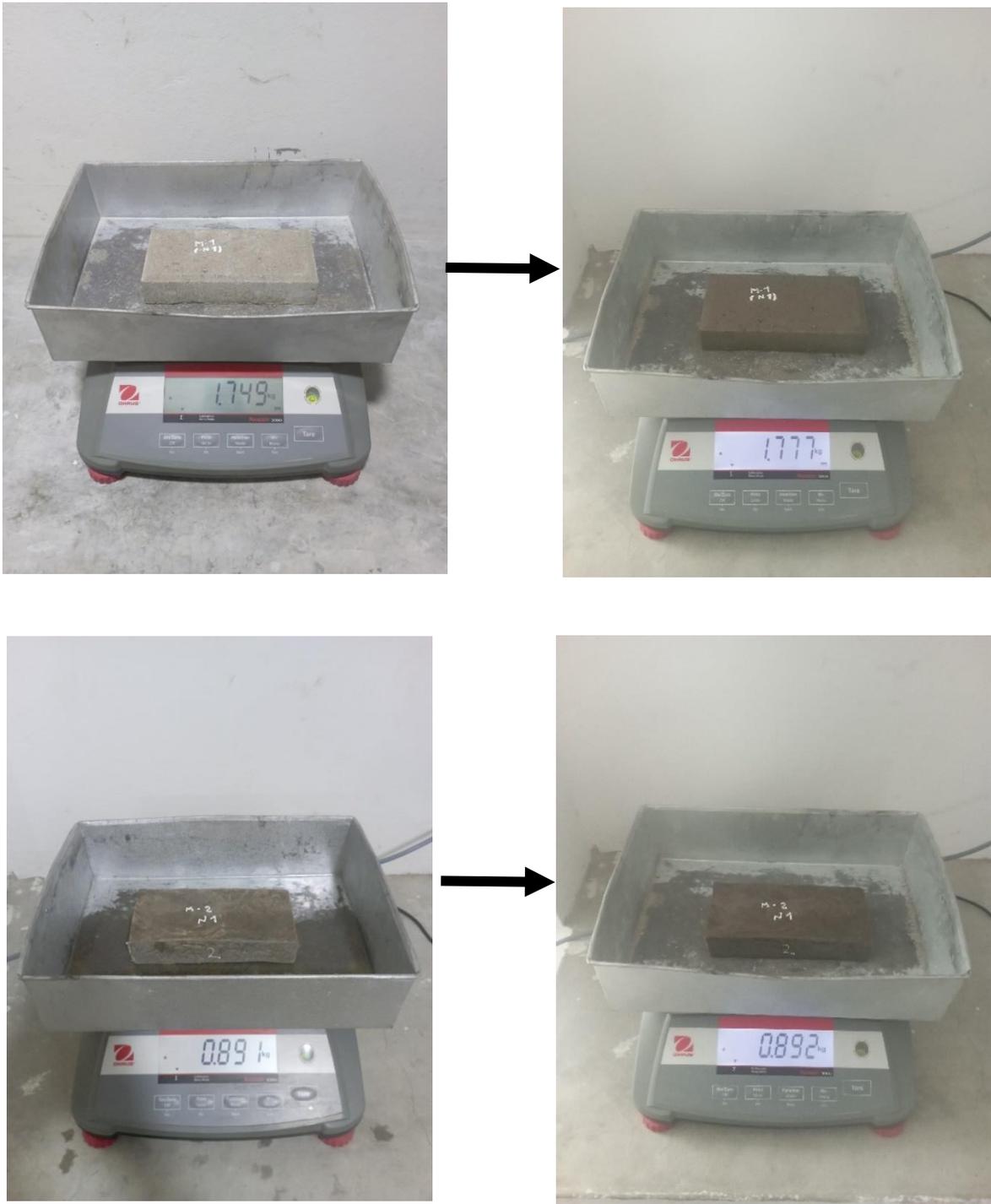
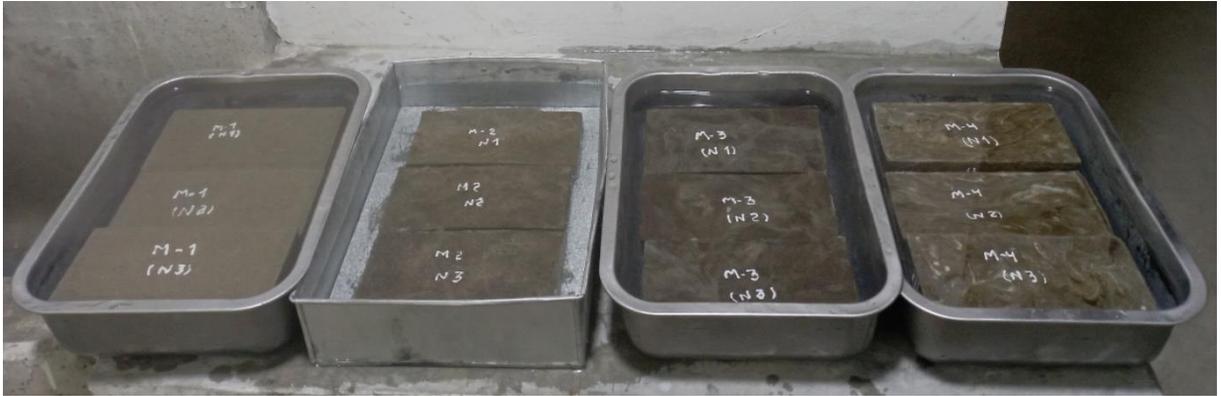


Figura 32. Cálculo de los adoquines en peso seco y luego peso húmedo.



*Figura 33.* Proceso de humedecimiento de los adoquines por 24 horas.



*Figura 34.* Proceso de secado en el horno de los adoquines a 110°C.



Figura 35. Seguimiento a los procesos de los ensayos en laboratorio.



Figura 36. Seguimiento con el gerente de la empresa y el técnico.

## ANEXO 24 Cotización de laboratorio.



### VALOR Y ALCANCE DE LOS ENSAYOS Y SERVICIOS:

#### ADOQUINES

ENSAYO	VOLOR/UNITARIO SIN IGV	CANTIDAD	VALOR/TOTAL
absorción	s/ 120.00	12	S/. 1,400.00
compresión	s/ 20.00	12	S/. 240.00
Flexión	s/. 60.00	12	S/. 720.00
		Subtotal	s/. 2,400.00
		Descuento	s/. 720.00
		Subtotal	s/. 1,680.00
		IGV	s/. 302.40
		TOTAL	s/. 1,982
		Anticipo	s/. 1,000

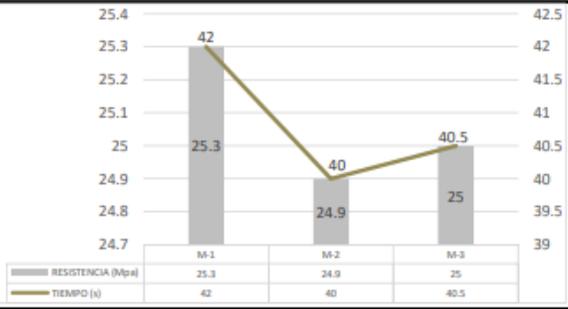
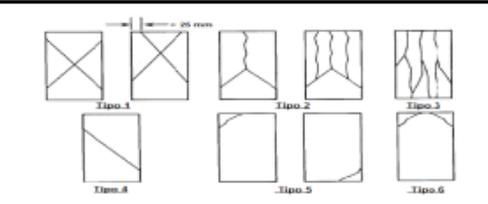
Adicional un 30% de descuento, mediante carta de aceptación del proyecto de tesis por parte de la universidad

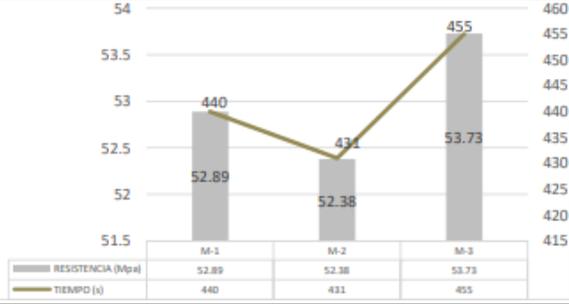
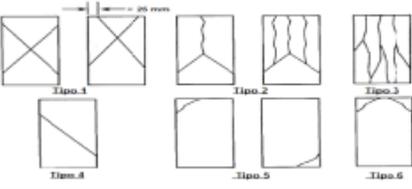
Nota: El cliente debe llevar los adoquines a nuestras instalaciones. En caso de requerir recojo, este le será cobrado por aparte

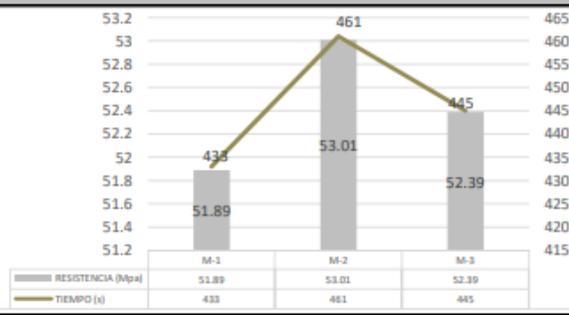
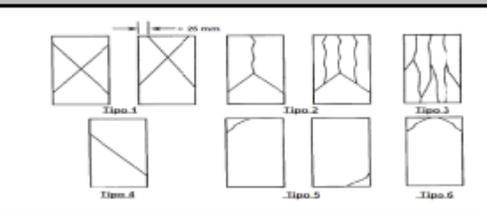
#### TIEMPO DE EJECUCION

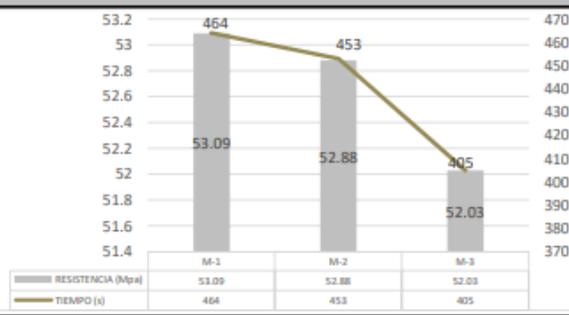
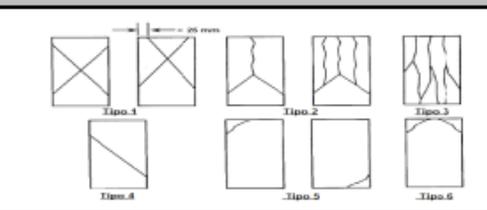
8 días para todos los ensayos. Estos tiempos a partir del día siguiente de recepción de las muestras y recibo del anticipo.

## ANEXO 25 Ensayos a compresión.

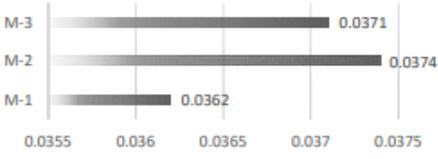
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			Control de documentos													
				Rev. 0													
	Registro de Calidad																
<b>COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (ASTM C39)</b>																	
N° Registro	: CCE-12	Material	: ADOQUÍN														
Proyecto	: N.A	Muestra	: MUESTRA PATRÓN														
Solicitante	: KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA	Ensayado Por	: RODNNIER SULLON A.														
Ubicación	: LIMA	Fecha de Ensayo	: 16/06/2023														
N° de Especimén	M - 1	M - 2	M - 3														
DIMENSIONES (mm)	40.40 X 100.70 X 200.70	41.27 X 90.96 X 198.68	40.05 X 101.21 X 201.13														
ÁREA (mm <sup>2</sup> )	20210.49	18071.93	20356.37														
PESO (kg)	1.82	1.69	1.83														
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2228.05	2181.30	2314.61														
FUERZA MÁXIMA (KN)	513.24	508.23	518.09														
RESISTENCIA (Mpa)	25.30	24.90	25.00														
RESISTENCIA NOMINAL (Mpa)	28.00	28.00	28.00														
DESARROLLO (%)	90.36%	88.93%	89.29%														
TIEMPO (s)	42	40	40.5														
<b>GRÁFICA ESFUERZO vs. TIEMPO</b>			<b>TIPO DE FALLA</b>														
 <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>Especimén</th> <th>Resistencia (Mpa)</th> <th>Tiempo (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-1</td> <td>25.3</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>M-2</td> <td>24.9</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>M-3</td> <td>25</td> <td>40.5</td> </tr> </tbody> </table>			Especimén	Resistencia (Mpa)	Tiempo (s)	M-1	25.3	42	M-2	24.9	40	M-3	25	40.5			
Especimén	Resistencia (Mpa)	Tiempo (s)															
M-1	25.3	42															
M-2	24.9	40															
M-3	25	40.5															
OBSERVACIONES:			LABORATORISTA: Rodnrier Sullon														
<ul style="list-style-type: none"> <li>MUESTRA PATRÓN (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado</li> </ul>			DIRECTOR LABORATORIO:  Jairo Niño Hernandez GERENTE GENERAL														

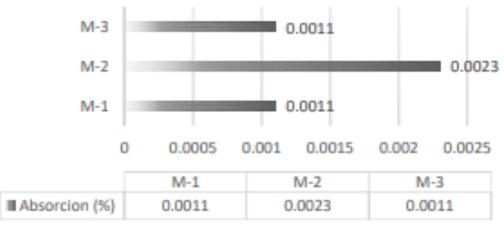
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		Control de documentos													
			Rev. 0													
			Registro de Calidad													
<b>COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (ASTM C39)</b>																
N° Registro	: CCE-12	Material	: ADOQUÍN													
Proyecto	: N.A	Muestra	: MUESTRA PATRÓN													
Solicitante	: KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA	Ensayado Por	: RODNNIER SULLON A.													
Ubicación	: LIMA	Fecha de Ensayo	: 16/06/2023													
N° de Especimén	M - 1	M - 2	M - 3													
DIMENSIONES (mm)	39.40 X 100.40 X 201.90	39.30 X 100.80 X 201.5	39.40 X 101.30 X 201.60													
ÁREA (mm <sup>2</sup> )	20270.76	20311.20	20422.08													
PESO (kg)	0.89	0.88	0.90													
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2794.54	2228.05	2873.96													
FUERZA MÁXIMA (KN)	1028.7	1028.7	1028.7													
RESISTENCIA (Mpa)	52.89	52.38	53.73													
RESISTENCIA NOMINAL (Mpa)	28.00	28.00	28.00													
DESARROLLO (%)	188.89%	187.07%	191.89%													
TIEMPO (s)	440	431	455													
<b>GRÁFICA ESFUERZO vs. TIEMPO</b>			<b>TIPO DE FALLA</b>													
 <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>M-1</th> <th>M-2</th> <th>M-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTENCIA (Mpa)</td> <td>52.89</td> <td>52.38</td> <td>53.73</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO (s)</td> <td>440</td> <td>431</td> <td>455</td> </tr> </tbody> </table>				M-1	M-2	M-3	RESISTENCIA (Mpa)	52.89	52.38	53.73	TIEMPO (s)	440	431	455		
	M-1	M-2	M-3													
RESISTENCIA (Mpa)	52.89	52.38	53.73													
TIEMPO (s)	440	431	455													
			LABORATORISTA:	Rodnnier Sullon												
			DIRECTOR LABORATORIO:	 <b>CEMTECC</b>  <b>Jairo Niño Hernández</b> GERENTE GENERAL												
<b>OBSERVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PROPORCIÓN 60%PET - 40%ARENA (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>• Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado</li> </ul>																

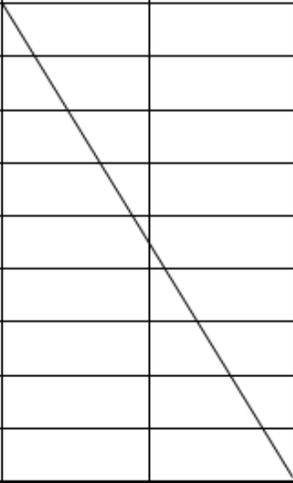
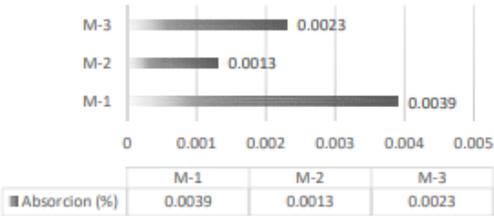
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		Control de documentos													
			Rev. 0													
			Registro de Calidad													
<b>COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (ASTM C39)</b>																
N° Registro	: CCE-12	Material	: ADOQUÍN													
Proyecto	: N.A	Muestra	: MUESTRA PATRÓN													
Solicitante	: KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA	Ensayado Por	: RODNNIER SULLON A.													
Ubicación	: LIMA	Fecha de Ensayo	: 16/06/2023													
N° de Especimén	M - 1	M - 2	M - 3													
DIMENSIONES (mm)	40.02 X 99.87 X 199.98	39.90 X 101.21 X 200.05	39.40 X 101.30 X 198.79													
ÁREA (mm <sup>2</sup> )	19972.00	20247.06	20137.43													
PESO (kg)	0.81	0.86	0.84													
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2184.54	2325.05	2271.06													
FUERZA MÁXIMA (KN)	1028.7	1028.7	1028.7													
RESISTENCIA (Mpa)	51.89	53.01	52.39													
RESISTENCIA NOMINAL (Mpa)	28.00	28.00	28.00													
DESARROLLO (%)	185.32%	189.32%	187.11%													
TIEMPO (s)	433	461	445													
<b>GRÁFICA ESFUERZO vs. TIEMPO</b>			<b>TIPO DE FALLA</b>													
 <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>ESPECIMEN</th> <th>RESISTENCIA (Mpa)</th> <th>TIEMPO (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-1</td> <td>51.89</td> <td>433</td> </tr> <tr> <td>M-2</td> <td>53.01</td> <td>461</td> </tr> <tr> <td>M-3</td> <td>52.39</td> <td>445</td> </tr> </tbody> </table>			ESPECIMEN	RESISTENCIA (Mpa)	TIEMPO (s)	M-1	51.89	433	M-2	53.01	461	M-3	52.39	445		
ESPECIMEN	RESISTENCIA (Mpa)	TIEMPO (s)														
M-1	51.89	433														
M-2	53.01	461														
M-3	52.39	445														
			LABORATORISTA:	Rodnnier Sullon												
			DIRECTOR LABORATORIO:	  <b>Jairo Niño Hernández</b> GERENTE GENERAL												
<b>OBSERVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PROPORCIÓN 70%PET - 30%ARENA (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>• Los resultados de este informe estan relacionados al espécimen ensayado</li> </ul>																

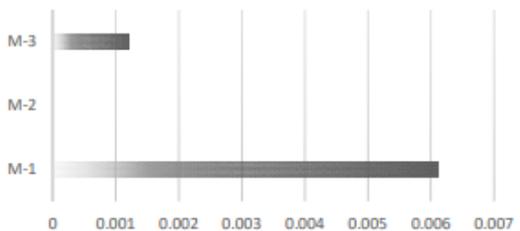
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		<b>Control de documentos</b>																																									
			Rev. 0																																									
			<b>Registro de Calidad</b>																																									
<b>COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (ASTM C39)</b>																																												
<b>N° Registro</b> : CCE-12	<b>Material</b> : ADOQUÍN																																											
<b>Proyecto</b> : N.A	<b>Muestra</b> : MUESTRA PATRÓN																																											
<b>Solicitante</b> : KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA	<b>Ensayado Por</b> : RODNNIER SULLON A.																																											
<b>Ubicación</b> : LIMA	<b>Fecha de Ensayo</b> : 16/06/2023																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Especimén</th> <th>M - 1</th> <th>M - 2</th> <th>M - 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIMENSIONES (mm)</td> <td>41.04 X 102.57 X 200.97</td> <td>39.90 X 103.10 X 201.31</td> <td>40.66 X 100.22 X 200.70</td> </tr> <tr> <td>ÁREA (mm<sup>2</sup>)</td> <td>20613.49</td> <td>20755.06</td> <td>20114.154</td> </tr> <tr> <td>PESO (kg)</td> <td>0.83</td> <td>0.84</td> <td>0.79</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>2087.41</td> <td>2063.01</td> <td>2003.96</td> </tr> <tr> <td>FUERZA MÁXIMA (KN)</td> <td>1028.7</td> <td>1028.7</td> <td>1028.7</td> </tr> <tr> <td>RESISTENCIA (Mpa)</td> <td>53.09</td> <td>52.88</td> <td>52.03</td> </tr> <tr> <td>RESISTENCIA NOMINAL (Mpa)</td> <td>28.00</td> <td>28.00</td> <td>28.00</td> </tr> <tr> <td>DESARROLLO (%)</td> <td>189.61%</td> <td>188.86%</td> <td>185.82%</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO (s)</td> <td>464</td> <td>453</td> <td>405</td> </tr> </tbody> </table>					N° de Especimén	M - 1	M - 2	M - 3	DIMENSIONES (mm)	41.04 X 102.57 X 200.97	39.90 X 103.10 X 201.31	40.66 X 100.22 X 200.70	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	20613.49	20755.06	20114.154	PESO (kg)	0.83	0.84	0.79	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2087.41	2063.01	2003.96	FUERZA MÁXIMA (KN)	1028.7	1028.7	1028.7	RESISTENCIA (Mpa)	53.09	52.88	52.03	RESISTENCIA NOMINAL (Mpa)	28.00	28.00	28.00	DESARROLLO (%)	189.61%	188.86%	185.82%	TIEMPO (s)	464	453	405
N° de Especimén	M - 1	M - 2	M - 3																																									
DIMENSIONES (mm)	41.04 X 102.57 X 200.97	39.90 X 103.10 X 201.31	40.66 X 100.22 X 200.70																																									
ÁREA (mm <sup>2</sup> )	20613.49	20755.06	20114.154																																									
PESO (kg)	0.83	0.84	0.79																																									
DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	2087.41	2063.01	2003.96																																									
FUERZA MÁXIMA (KN)	1028.7	1028.7	1028.7																																									
RESISTENCIA (Mpa)	53.09	52.88	52.03																																									
RESISTENCIA NOMINAL (Mpa)	28.00	28.00	28.00																																									
DESARROLLO (%)	189.61%	188.86%	185.82%																																									
TIEMPO (s)	464	453	405																																									
<b>GRÁFICA ESFUERZO vs. TIEMPO</b>		<b>TIPO DE FALLA</b>																																										
 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>M-1</th> <th>M-2</th> <th>M-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTENCIA (Mpa)</td> <td>53.09</td> <td>52.88</td> <td>52.03</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO (s)</td> <td>464</td> <td>453</td> <td>405</td> </tr> </tbody> </table>			M-1	M-2	M-3	RESISTENCIA (Mpa)	53.09	52.88	52.03	TIEMPO (s)	464	453	405																															
	M-1	M-2	M-3																																									
RESISTENCIA (Mpa)	53.09	52.88	52.03																																									
TIEMPO (s)	464	453	405																																									
		<b>LABORATORISTA:</b>	Rodnnier Sullon																																									
		<b>DIRECTOR LABORATORIO:</b>																																										
<b>OBSERVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PROPORCIÓN 80%PET - 20%ARENA (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>• Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado</li> </ul>																																												

## ANEXO 26 Ensayos de absorción.

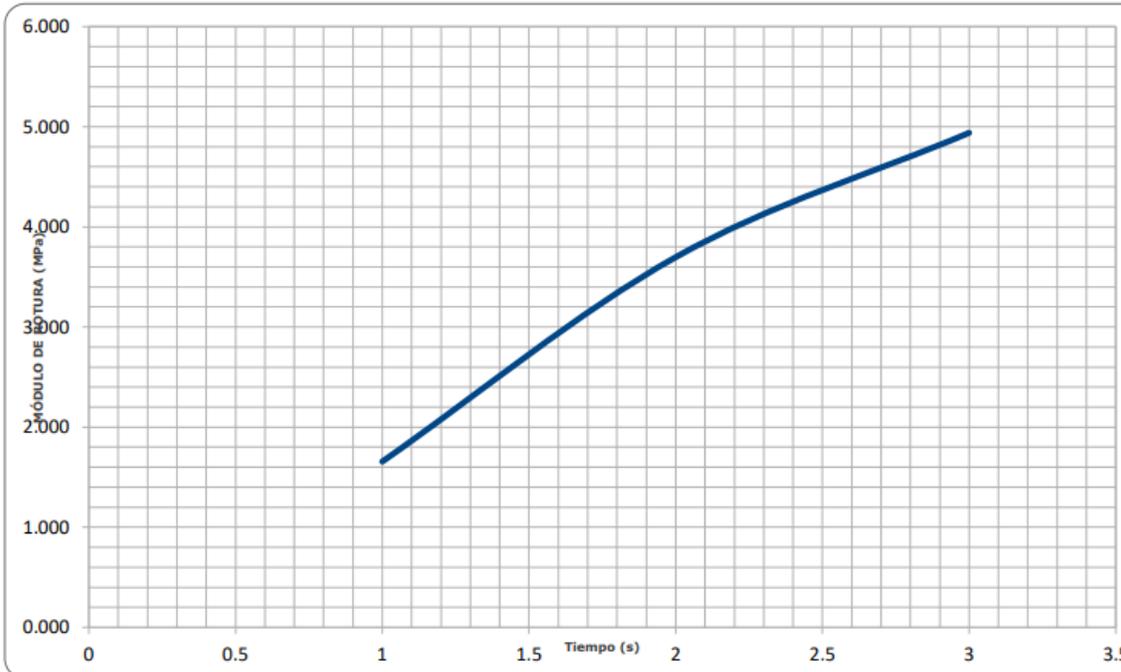
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			<b>Control de documentos</b>																																													
				Rev. 0																																													
						<b>Registro de Calidad</b>																																											
<b>ABSORCIÓN, DENSIDAD Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE ADOQUINES ASTM C140</b>																																																	
N° Registro : CCE-12	Material : ADOQUÍN			Muestra : M-1 (MUESTRA PATRÓN)																																													
Proyecto : N.A	Ensayado Por : RODNNIER SULLON A.			Fecha de Ensayo : 16/06/2023																																													
Solicitante : KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA																																																	
Ubicación : LIMA																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Especimén</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso recibido, W<sub>r</sub> (kg)</td> <td>1.749</td> <td>1.738</td> <td>1.727</td> <td rowspan="10" style="text-align: center; vertical-align: middle;">/</td> <td rowspan="10"></td> </tr> <tr> <td>Peso Seco, W<sub>d</sub> (kg)</td> <td>1.715</td> <td>1.712</td> <td>1.696</td> </tr> <tr> <td>Peso Sumergido, W<sub>i</sub> (kg)</td> <td>1.018</td> <td>1.016</td> <td>1.004</td> </tr> <tr> <td>Peso Saturado, W<sub>s</sub> (kg)</td> <td>1.777</td> <td>1.776</td> <td>1.759</td> </tr> <tr> <td>Densidad, (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>2259.55</td> <td>2252.63</td> <td>2246.36</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad, (%)</td> <td>54.84</td> <td>40.63</td> <td>49.21</td> </tr> <tr> <td>Absorción (kg/m<sup>2</sup>)</td> <td>81.69</td> <td>84.21</td> <td>83.44</td> </tr> <tr> <td>Absorción, (%)</td> <td>3.62</td> <td>3.74</td> <td>3.71</td> </tr> <tr> <td>Absorción promedio, (kg/m<sup>2</sup>)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">83.11</td> </tr> </tbody> </table>						N° de Especimén	1	2	3	4	5	Peso recibido, W <sub>r</sub> (kg)	1.749	1.738	1.727	/		Peso Seco, W <sub>d</sub> (kg)	1.715	1.712	1.696	Peso Sumergido, W <sub>i</sub> (kg)	1.018	1.016	1.004	Peso Saturado, W <sub>s</sub> (kg)	1.777	1.776	1.759	Densidad, (kg/m <sup>3</sup> )	2259.55	2252.63	2246.36	Contenido de humedad, (%)	54.84	40.63	49.21	Absorción (kg/m <sup>2</sup> )	81.69	84.21	83.44	Absorción, (%)	3.62	3.74	3.71	Absorción promedio, (kg/m <sup>2</sup> )	83.11		
N° de Especimén	1	2	3	4	5																																												
Peso recibido, W <sub>r</sub> (kg)	1.749	1.738	1.727	/																																													
Peso Seco, W <sub>d</sub> (kg)	1.715	1.712	1.696																																														
Peso Sumergido, W <sub>i</sub> (kg)	1.018	1.016	1.004																																														
Peso Saturado, W <sub>s</sub> (kg)	1.777	1.776	1.759																																														
Densidad, (kg/m <sup>3</sup> )	2259.55	2252.63	2246.36																																														
Contenido de humedad, (%)	54.84	40.63	49.21																																														
Absorción (kg/m <sup>2</sup> )	81.69	84.21	83.44																																														
Absorción, (%)	3.62	3.74	3.71																																														
Absorción promedio, (kg/m <sup>2</sup> )	83.11																																																
<b>GRÁFICA DE ABSORCIÓN</b>			<b>PERSONAL DE LABORATORIO</b>																																														
<p style="text-align: center;"><b>ABSORCIÓN (%)</b></p>  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>M-1</th> <th>M-2</th> <th>M-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Absorción (%)</td> <td>0.0362</td> <td>0.0374</td> <td>0.0371</td> </tr> </tbody> </table>				M-1	M-2	M-3	Absorción (%)	0.0362	0.0374	0.0371	LABORATORISTA:	Rodnnier Sullon																																					
	M-1	M-2	M-3																																														
Absorción (%)	0.0362	0.0374	0.0371																																														
			DIRECTOR LABORATORIO:	 Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL																																													
<b>OBSERVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>MUESTRA PATRÓN (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado</li> </ul>																																																	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			Control de documentos									
				Rev. 0									
				Registro de Calidad									
<b>ABSORCIÓN, DENSIDAD Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE ADOQUINES ASTM C140</b>													
N° Registro : CCE-12		Material : ADOQUIN											
Proyecto : N.A		Muestra : M-2 (PET 60% - ARENA 40%)											
Solicitante : KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA		Ensayado Por : RODNNIER SULLON A.											
Ubicación : LIMA		Fecha de Ensayo : 16/06/2023											
N° de Especimén	1	2	3	4	5								
Peso recibido, W <sub>r</sub> (kg)	0.891	0.878	0.900	/									
Peso Seco, W <sub>d</sub> (kg)	0.891	0.877	0.900										
Peso Sumergido, W <sub>i</sub> (kg)	0.245	0.246	0.242										
Peso Saturado, W <sub>s</sub> (kg)	0.892	0.879	0.901										
Densidad, (kg/m <sup>3</sup> )	1377.13	1385.47	1365.71										
Contenido de humedad, (%)	0.00	50.00	0.00										
Absorción (kg/m <sup>2</sup> )	1.55	3.16	1.52										
Absorción, (%)	0.11	0.23	0.11										
Absorción promedio, (kg/m <sup>2</sup> )	2.07												
<b>GRÁFICA DE ABSORCIÓN</b>			<b>PERSONAL DE LABORATORIO</b>										
<b>ABSORCIÓN (%)</b>  <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>M-1</th> <th>M-2</th> <th>M-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Absorción (%)</td> <td>0.0011</td> <td>0.0023</td> <td>0.0011</td> </tr> </tbody> </table>				M-1	M-2	M-3	Absorción (%)	0.0011	0.0023	0.0011	LABORATORISTA: Rodnnier Sullon		 <b>CEMTECC</b>  <b>Jairo Niño Hernández</b> GERENTE GENERAL
	M-1	M-2	M-3										
Absorción (%)	0.0011	0.0023	0.0011										
			DIRECTOR LABORATORIO:										
OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none"> <li>• PROPORCIÓN 60%PET - 40%ARENA (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>• Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado</li> </ul>													

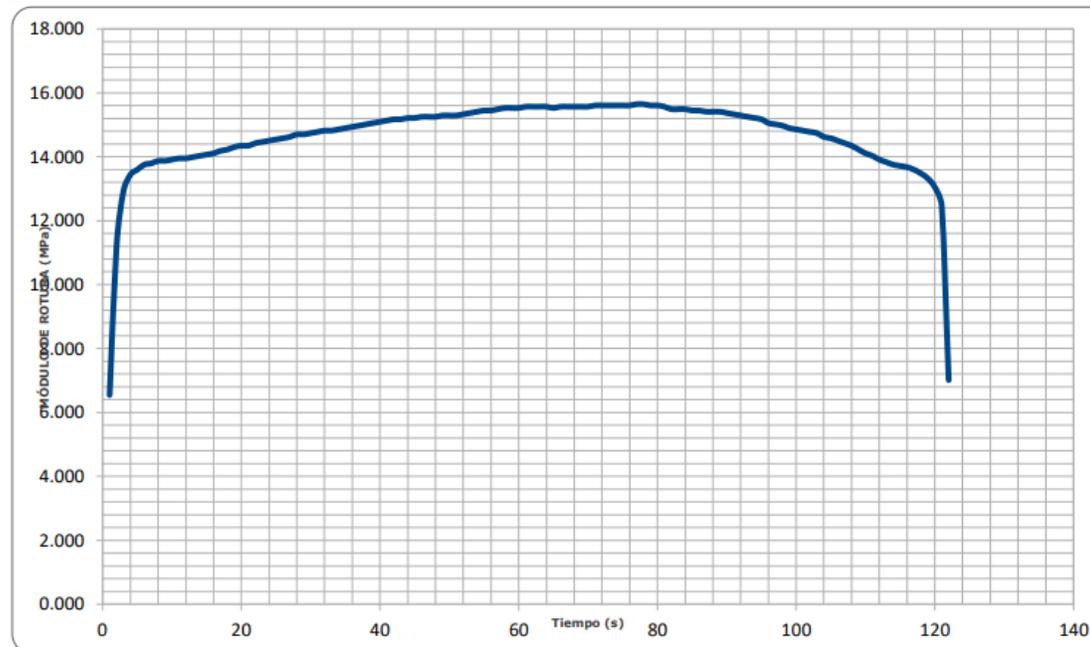
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			<b>Control de documentos</b>	
				<b>Rev. 0</b>	
				<b>Registro de Calidad</b>	
<b>ABSORCIÓN, DENSIDAD Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE ADOQUINES ASTM C140</b>					
<b>N° Registro : CCE-12</b>		<b>Material : ADOQUÍN</b>			
<b>Proyecto : N.A</b>		<b>Muestra : M-3 (PET 70% - ARENA 30%)</b>			
<b>Solicitante : KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>		<b>Ensayado Por : RODNNIER SULLON A.</b>			
<b>Ubicación : LIMA</b>		<b>Fecha de Ensayo : 16/06/2023</b>			
<b>N° de Especimén</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Peso recibido, W<sub>r</sub> (kg)</b>	0.773	0.744	0.859		
<b>Peso Seco, W<sub>d</sub> (kg)</b>	0.771	0.744	0.858		
<b>Peso Sumergido, W<sub>i</sub> (kg)</b>	0.160	0.152	0.181		
<b>Peso Saturado, W<sub>s</sub> (kg)</b>	0.774	0.745	0.86		
<b>Densidad, (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1255.70	1254.64	1263.62		
<b>Contenido de humedad, (%)</b>	66.67	0.00	50.00		
<b>Absorción (kg/m<sup>3</sup>)</b>	4.89	1.69	2.95		
<b>Absorción, (%)</b>	0.39	0.13	0.23		
<b>Absorción promedio, (kg/m<sup>3</sup>)</b>	3.17				
<b>GRÁFICA DE ABSORCIÓN</b>			<b>PERSONAL DE LABORATORIO</b>		
<b>ABSORCIÓN (%)</b>			<b>LABORATORISTA:</b>	Rodnrier Sullon	
			<b>DIRECTOR LABORATORIO:</b>	  <b>Jairo Niño Hernandez</b> GERENTE GENERAL	
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROPORCIÓN 70%PET - 30%ARENA (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>• Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado</li> </ul>					

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			<b>Control de documentos</b>																																																					
				<b>Rev. 0</b>																																																					
						<b>Registro de Calidad</b>																																																			
<b>ABSORCIÓN, DENSIDAD Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE ADOQUINES ASTM C140</b>																																																									
<b>N° Registro</b> : CCE-12				<b>Material</b> : ADOQUIN																																																					
<b>Proyecto</b> : N.A				<b>Muestra</b> : M-4 (PET 80% - ARENA 20%)																																																					
<b>Solicitante</b> : KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA				<b>Ensayado Por</b> : RODNNIER SULLON A.																																																					
<b>Ubicación</b> : LIMA				<b>Fecha de Ensayo</b> : 16/06/2023																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de Especimén</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso recibido, W<sub>r</sub> (kg)</td> <td>0.823</td> <td>0.830</td> <td>0.837</td> <td rowspan="10" style="text-align: center;">/</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso Seco, W<sub>d</sub> (kg)</td> <td>0.818</td> <td>0.830</td> <td>0.836</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso Sumergido, W<sub>i</sub> (kg)</td> <td>0.094</td> <td>0.104</td> <td>0.091</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso Saturado, W<sub>s</sub> (kg)</td> <td>0.823</td> <td>0.830</td> <td>0.837</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidad, (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>1122.09</td> <td>1143.25</td> <td>1120.64</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad, (%)</td> <td>100.00</td> <td>#DIV/0!</td> <td>100.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Absorción (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>6.86</td> <td>0.00</td> <td>1.34</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Absorción, (%)</td> <td>0.61</td> <td>0.00</td> <td>0.12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Absorción promedio, (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2.73</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						N° de Especimén	1	2	3	4	5	Peso recibido, W <sub>r</sub> (kg)	0.823	0.830	0.837	/		Peso Seco, W <sub>d</sub> (kg)	0.818	0.830	0.836		Peso Sumergido, W <sub>i</sub> (kg)	0.094	0.104	0.091		Peso Saturado, W <sub>s</sub> (kg)	0.823	0.830	0.837		Densidad, (kg/m <sup>3</sup> )	1122.09	1143.25	1120.64		Contenido de humedad, (%)	100.00	#DIV/0!	100.00		Absorción (kg/m <sup>3</sup> )	6.86	0.00	1.34		Absorción, (%)	0.61	0.00	0.12		Absorción promedio, (kg/m <sup>3</sup> )	2.73			
N° de Especimén	1	2	3	4	5																																																				
Peso recibido, W <sub>r</sub> (kg)	0.823	0.830	0.837	/																																																					
Peso Seco, W <sub>d</sub> (kg)	0.818	0.830	0.836																																																						
Peso Sumergido, W <sub>i</sub> (kg)	0.094	0.104	0.091																																																						
Peso Saturado, W <sub>s</sub> (kg)	0.823	0.830	0.837																																																						
Densidad, (kg/m <sup>3</sup> )	1122.09	1143.25	1120.64																																																						
Contenido de humedad, (%)	100.00	#DIV/0!	100.00																																																						
Absorción (kg/m <sup>3</sup> )	6.86	0.00	1.34																																																						
Absorción, (%)	0.61	0.00	0.12																																																						
Absorción promedio, (kg/m <sup>3</sup> )	2.73																																																								
<b>GRÁFICA DE ABSORCIÓN</b>			<b>PERSONAL DE LABORATORIO</b>																																																						
<b>ABSORCIÓN (%)</b>			<b>LABORATORISTA:</b>	Rodnrier Sullon																																																					
			<b>DIRECTOR LABORATORIO:</b>	 <b>CEMTECC</b>  <b>Jairo Niño Hernandez</b> GERENTE GENERAL																																																					
<b>OBSERVACIONES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PROPORCIÓN 80%PET - 20%ARENA (M-1, M-2 Y M-3)</li> <li>• Los resultados de este informe estan relacionados al especimen ensayado</li> </ul>																																																									

## ANEXO 27 Ensayos a flexión.

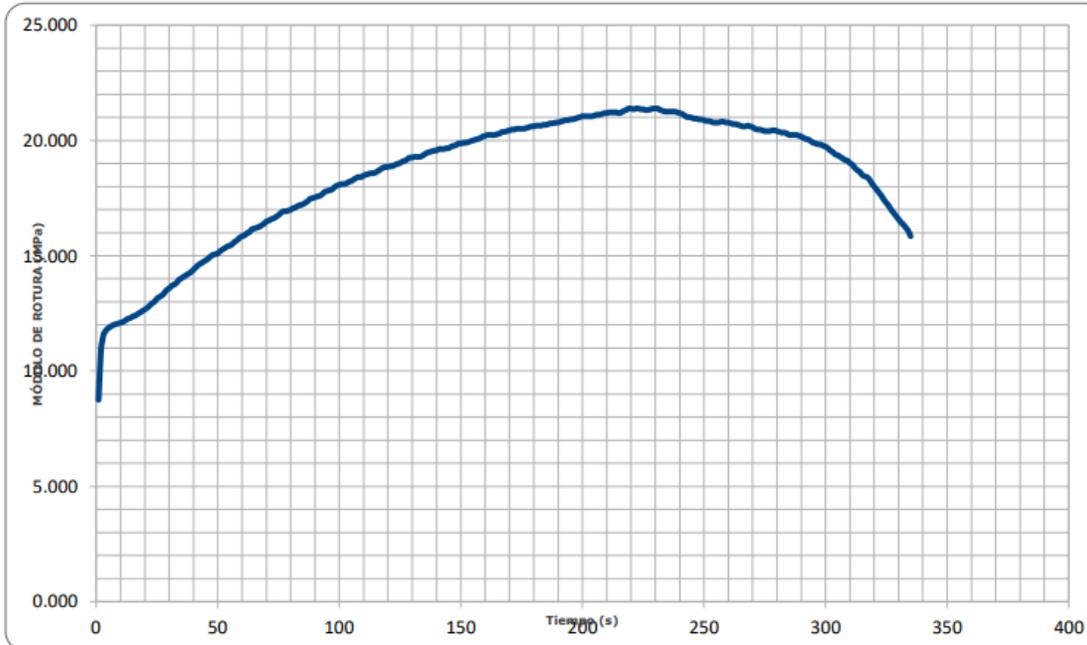
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>1</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>1</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	<b>-</b>
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>98.46</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>676.24</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>40.60</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>2.50</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>2.57</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			
			
OBSERVACIONES: (M-1 / N°1) MUESTRA PATRÓN			
 Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL			
LABORATORISTA	Rodnnier Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>4</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>1</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	-
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>95.68</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>507.53</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>35.68</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>7.94</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>15.64</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



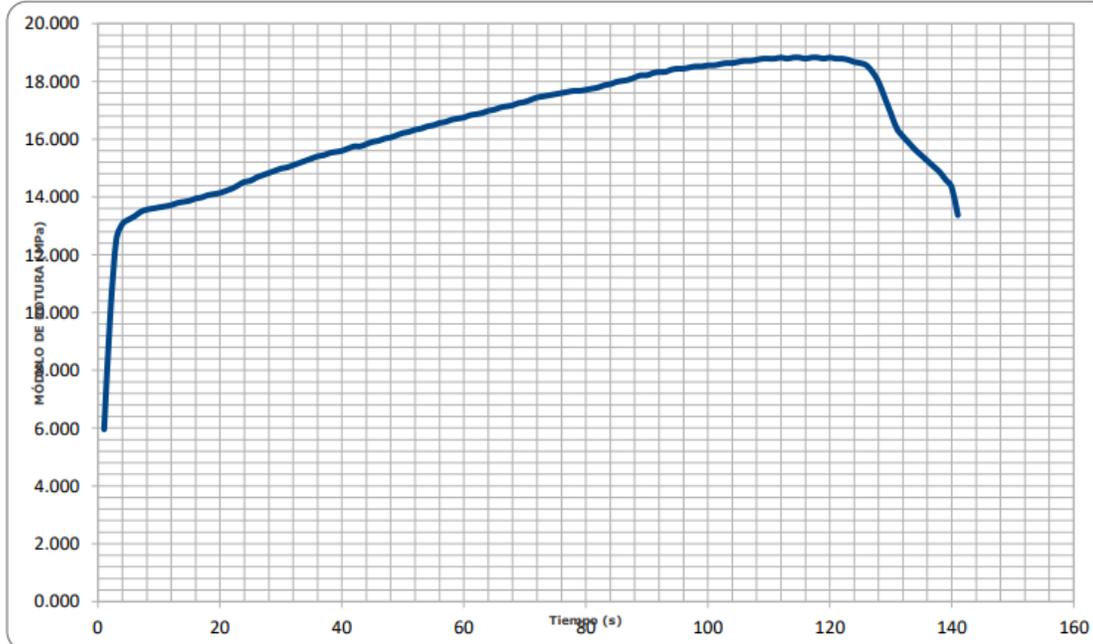
OBSERVACIONES: (M-2 / N°1)			
 Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL			
LABORATORISTA	Rodnnier Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>5</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>2</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	<b>-</b>
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>94.52</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>591.98</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>38.77</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>12.66</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>21.39</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



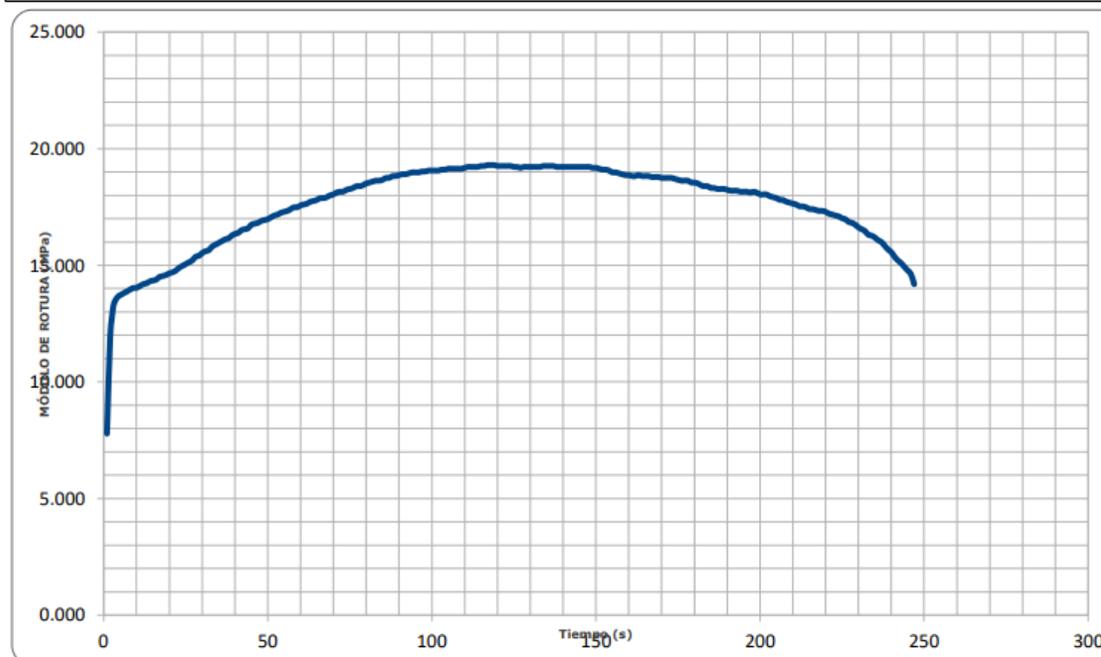
OBSERVACIONES: (M-2 / N°2)			
			 Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL
LABORATORISTA	Rodnner Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
		Fecha Revisión	
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>6</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>3</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	<b>-</b>
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>95.89</b> mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA	<b>520.69</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>36.10</b> mm	CARGA MÁXIMA	<b>9.80</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b> mm	MÓDULO DE ROTURA	<b>18.82</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



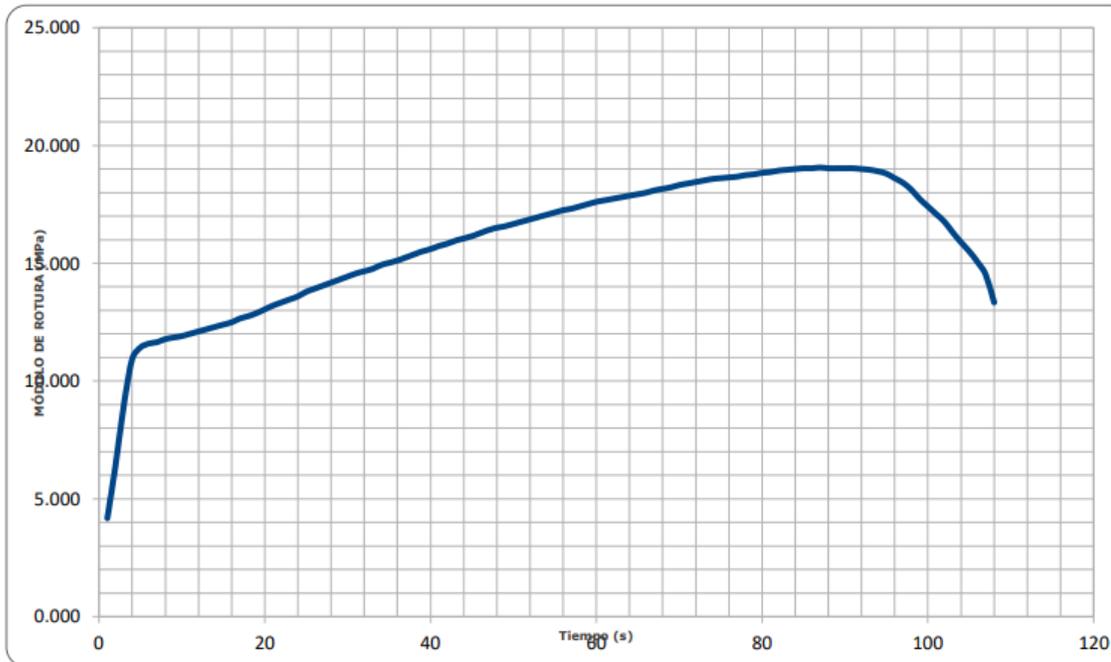
OBSERVACIONES: (M-2 / N°3)			
			 <b>CEMTECC</b>  Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL
LABORATORISTA	Rodnner Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>7</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>1</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	-
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>99.19</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>508.89</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>35.09</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>9.82</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>19.30</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



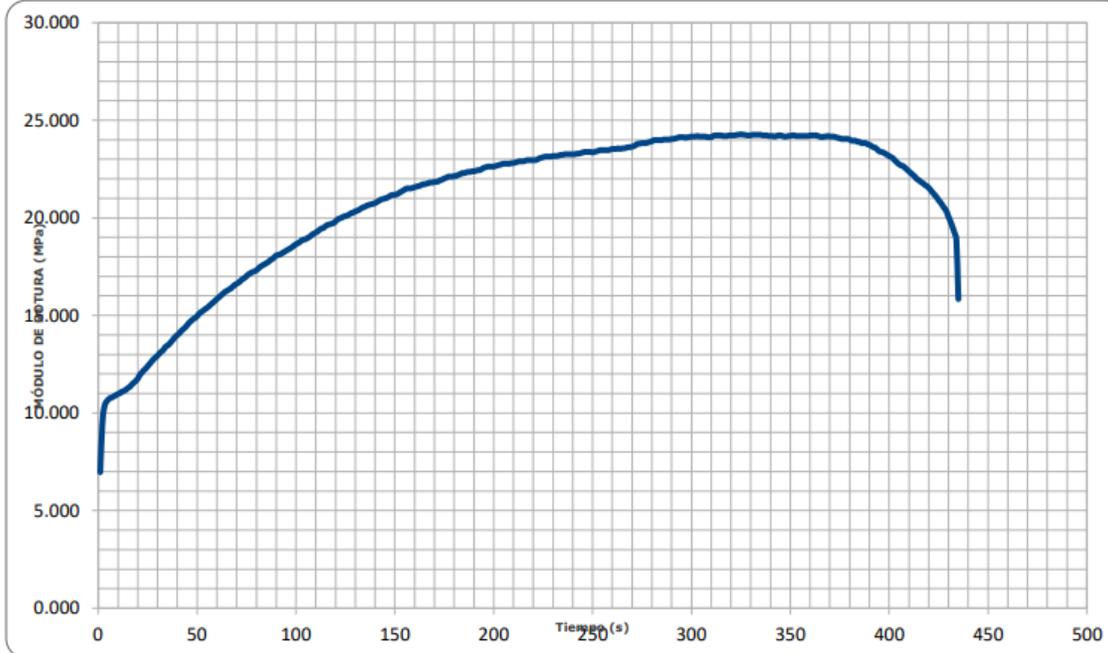
OBSERVACIONES: (M-3 / Nº1)			
 Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL			
LABORATORISTA	Rodnner Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
		Fecha Revisión	
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>8</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>2</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	-
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>103.14</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>617.95</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>37.92</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>11.78</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>19.06</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



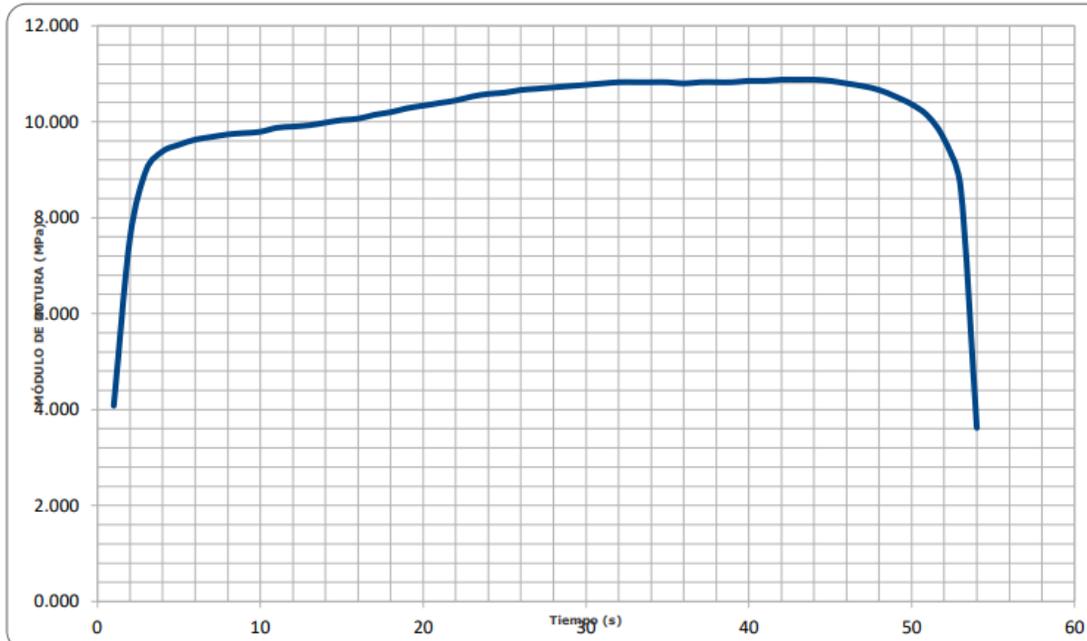
OBSERVACIONES: (M-3 / Nº2)			
		 Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL	
LABORATORISTA	Rodnner Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>9</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>3</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	-
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>101.06</b> mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA	<b>663.00</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>39.68</b> mm	CARGA MÁXIMA	<b>16.10</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b> mm	MÓDULO DE ROTURA	<b>24.28</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



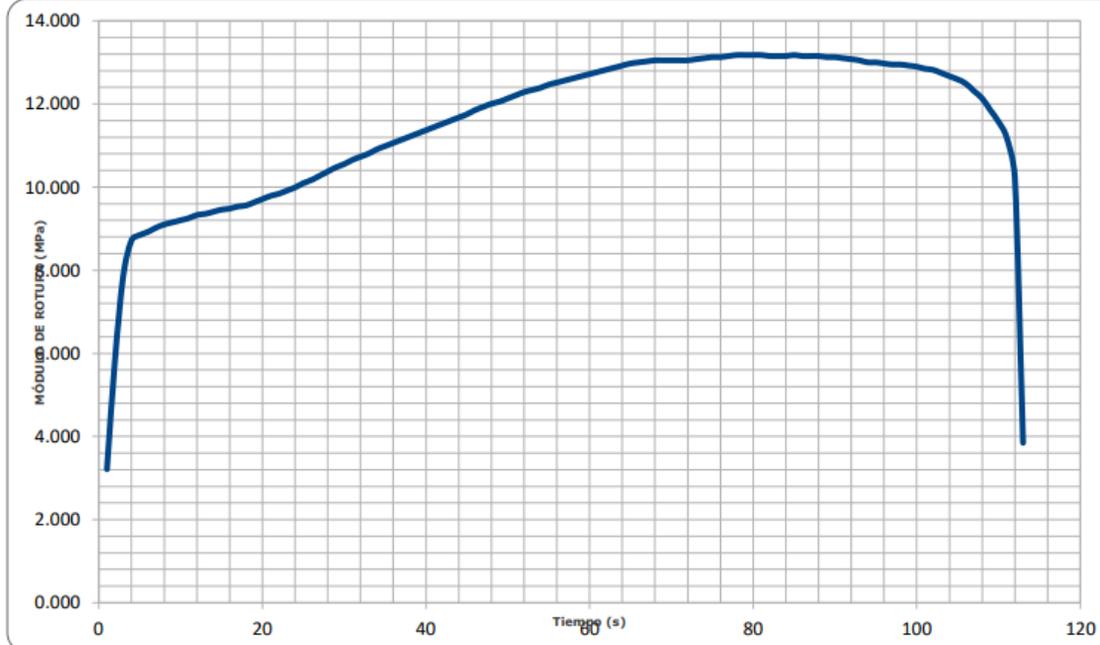
OBSERVACIONES: (M-3 / N°3)			
			 <b>CEMTECC</b> JNH Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL
LABORATORISTA	Rodnner Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>10</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>1</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	-
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>102.59</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>735.48</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>41.48</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>8.02</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>10.90</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



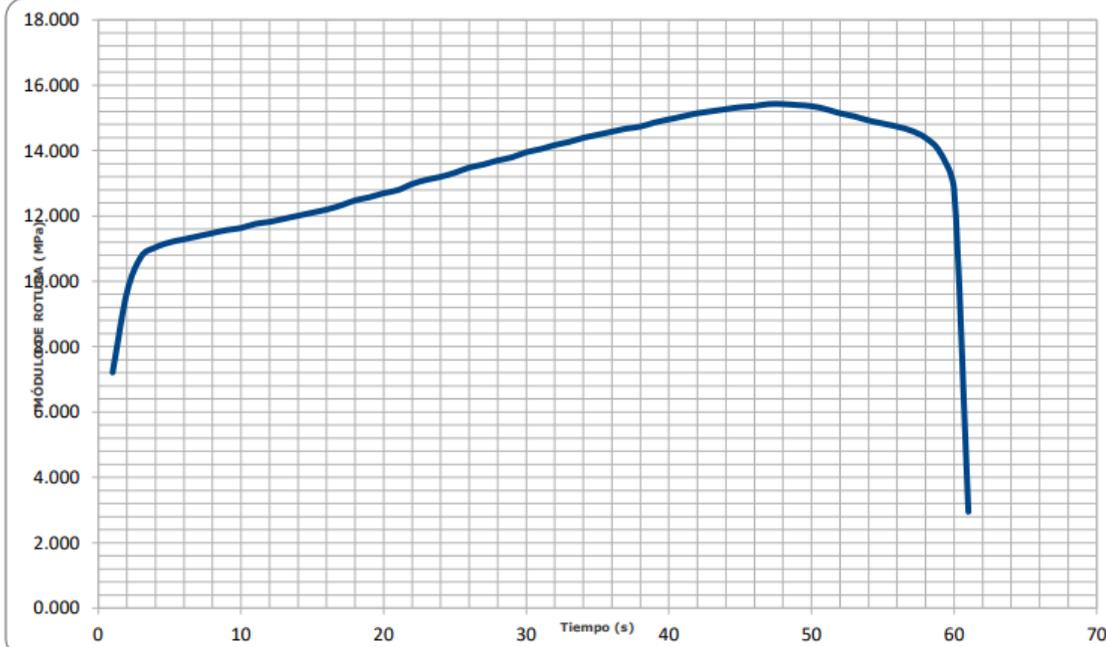
OBSERVACIONES: (M-4 / Nº1)			
			
LABORATORISTA	Rodnnier Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	 Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>11</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>2</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	-
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>101.14</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>784.65</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>43.15</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>10.34</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>13.18</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



OBSERVACIONES: (M-4 / N°2)			
			 <b>CEMTECC</b>  Jairo Niño Hernández GERENTE GENERAL
LABORATORISTA	Rodnier Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	Código		Revisión No.
			Fecha Revisión
<b>FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO CON TRES APOYOS – ASTM C-293M/02</b>			
FECHA IMPRESIÓN	<b>2023-06-20</b>	No. ENSAYO	ESTRUCTURA / ELEMENTO
FECHA ENSAYO	<b>2023-06-20</b>	<b>12</b>	<b>ADOQUÍN</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>			
ID. MUESTRA	<b>3</b>	FECHA MUESTREO	<b>2023-06-05</b>
CLIENTE	<b>KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA</b>	FECHA RECEPCIÓN	<b>2023-06-12</b>
PROYECTO	<b>N.A</b>	ASENTAMIENTO (cm)	-
PROCEDENCIA	<b>LIMA</b>	VELOCIDAD	<b>0.088 kN/s</b>
<b>ASPECTOS DIMENSIONALES DEL ENSAYO</b>			
ANCHO	<b>101.50</b>	mm	ÁREA TRANSVERSAL EFECTIVA <b>637.99</b> mm <sup>2</sup>
ALTURA	<b>38.84</b>	mm	CARGA MÁXIMA <b>9.84</b> kN
DISTANCIA APOYOS	<b>160.00</b>	mm	MÓDULO DE ROTURA <b>15.42</b> MPa
<b>GRÁFICA MÓDULO DE ROTURA vs. TIEMPO</b>			



OBSERVACIONES: (M-4 / N°3)			
		 <b>Jairo Niño Hernandez</b> GERENTE GENERAL	
LABORATORISTA	Rodnner Sullon	DIRECTOR LABORATORIO	

## ANEXO 28 Reporte de los ensayos a los adoquines.



Lima, 26 de junio de 2023

**CET – 00101 – 23**

Ingeniero

**KEVIN BRYAN SAONA CHOMBA**

La Ciudad

Asunto: Entrega Reportes Ensayos Adoquines

Estimados Ing. Saona:

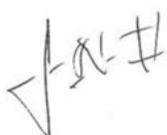
Por medio de la presente nuestro **CENTRO DE ENSAYO DE MATERIALES Y TECNOLOGIA PARA CONSTRUCCION S.A.C. – CEMTECC** con **RUC20609408635**, enviamos los reportes de los resultados obtenidos de las muestras de adoquines llevadas por usted a nuestro laboratorio, en donde le fueron realizados los siguientes ensayos, de acuerdo a las indicaciones recibidas de su parte y conforme a la identificación suministrada por usted a cada unidad:

- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Flexión
- Absorción

De igual forma, se adjuntan los registros fotográficos donde se evidencia la realización de los ensayos realizados a las muestras por usted suministrada.

Adicionalmente adjuntamos el certificado de calibración vigente de la prensa hidráulica con la cual se realizaron los ensayos de resistencia.

Un saludo



**Jairo Niño Hernández**  
GERENTE GENERAL

**Jairo Rene Niño Hernández**

**Gerente General**

Cel: 913033444

## ANEXO 29 Certificados de calibración.

### LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
(+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

### Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-26684-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	PRENSA DE CONCRETO DOBLE RANGO	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PC-107D	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	179	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No presenta	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	CENTRO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGIA PARA CONSTRUCCIÓN S.A.C.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Av. Quilca 1085, Urb. Aeropuerto - Callao	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Callao	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 07 - 08	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 07 - 18	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	06	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

#### Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero  
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 RT2.5

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO  
Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004

**F-26684-001 R0**

Pág. 2 de 6

**DATOS TÉCNICOS**

**Máquina de Ensayo Bajo Calibración**

<b>Clase</b>	1,0
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital
<b>División de Escala</b>	0,1 kN
<b>Resolución</b>	0,1 kN
<b>Intervalo de Medición Calibrado</b>	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	20 kN

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**  
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kN
	S <sub>1</sub> Ascendente kN	S <sub>2</sub> Ascendente kN	S <sub>2</sub> ' No Aplica ----	S <sub>3</sub> Ascendente kN	S <sub>4</sub> No Aplica ----		
<b>20</b>	<b>200,0</b>	199,18	199,28	----	199,32	----	199,26
<b>30</b>	<b>300,0</b>	299,28	299,56	----	299,48	----	299,44
<b>40</b>	<b>400,0</b>	399,78	399,88	----	399,82	----	399,83
<b>50</b>	<b>500,0</b>	500,18	500,25	----	500,30	----	500,24
<b>60</b>	<b>600,0</b>	601,15	601,28	----	601,42	----	601,28
<b>70</b>	<b>700,0</b>	701,56	701,68	----	701,64	----	701,63
<b>80</b>	<b>800,0</b>	802,35	802,45	----	802,52	----	802,44
<b>90</b>	<b>900,0</b>	902,46	902,85	----	902,71	----	902,67
<b>100</b>	<b>1 000,0</b>	1 004,5	1 004,7	----	1 004,6	----	1 004,6

LM-PC-05-F-01 R12.5

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 2.**

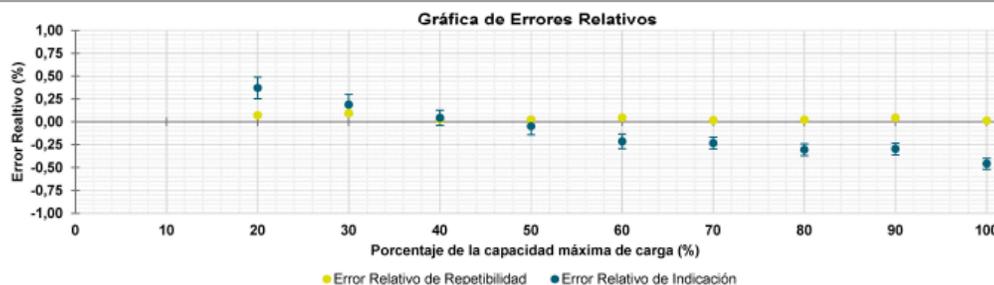
Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,010	0,020	----	0,010	----

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida			$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa		U	%	-----	
	q %	b %	v %						
20	200,0	0,37	0,07	----	0,050	0,23	0,12	2,02	
30	300,0	0,19	0,09	----	0,033	0,34	0,11	2,01	
40	400,0	0,043	0,025	----	0,025	0,33	0,083	2,01	
50	500,0	-0,05	0,02	----	0,020	0,46	0,09	2,01	
60	600,0	-0,213	0,045	----	0,017	0,48	0,080	2,02	
70	700,0	-0,232	0,017	----	0,014	0,44	0,063	2,01	
80	800,0	-0,304	0,021	----	0,013	0,52	0,065	2,01	
90	900,0	-0,296	0,043	----	0,011	0,58	0,064	2,01	
100	1 000,0	-0,458	0,013	----	0,010	0,61	0,061	2,01	



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CENTRO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y TECNOLOGÍA PARA CONSTRUCCIÓN S.A.C. ubicada en Callao. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

<b>Temperatura Ambiente Máxima:</b>	20,2 °C	<b>Temperatura Ambiente Mínima:</b>	20,1 °C
<b>Humedad Relativa Máxima:</b>	75 % HR	<b>Humedad Relativa Mínima:</b>	70 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.5

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	---	R <sup>2</sup>
-1,69176 E00	1,00472 E00	-3,46169 E-06	4,76263 E-09		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada ( kN )

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
100,0	98,750	108,79	118,83	128,87	138,91
150,0	148,95	158,99	169,03	179,07	189,11
200,0	199,15	209,19	219,23	229,27	239,31
250,0	249,35	259,39	269,42	279,46	289,50
300,0	299,54	309,58	319,62	329,66	339,70
350,0	349,74	359,78	369,82	379,86	389,91
400,0	399,95	409,99	420,03	430,08	440,12
450,0	450,17	460,21	470,26	480,30	490,35
500,0	500,40	510,45	520,50	530,55	540,60
550,0	550,65	560,70	570,76	580,81	590,87
600,0	600,92	610,98	621,04	631,10	641,16
650,0	651,22	661,28	671,35	681,41	691,48
700,0	701,55	711,62	721,69	731,76	741,84
750,0	751,91	761,99	772,06	782,14	792,22
800,0	802,31	812,39	822,48	832,56	842,65
850,0	852,74	862,84	872,93	883,03	893,12
900,0	903,22	913,33	923,43	933,53	943,64
950,0	953,75	963,86	973,98	984,09	994,21
1 000,0	1 004,3				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
200,0	199,26	199,15	- 0,1
300,0	299,44	299,54	0,1
400,0	399,83	399,95	0,1
500,0	500,24	500,40	0,2
600,0	601,28	600,92	- 0,4
700,0	701,63	701,55	- 0,1
800,0	802,44	802,31	- 0,1
900,0	902,67	903,22	0,6
1 000,0	1 004,6	1 004,3	- 0,3

LM-PC-05-F-01 R12.5

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (kgf) a (N) = 9,806 65 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

**Tabla 7.**  
 Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kgf
		S <sub>1</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> ' No Aplica ----	S <sub>3</sub> Ascendente kgf	S <sub>4</sub> No Aplica ----	
%	kgf						
20	20 394,3	20 310,7	20 320,9	----	20 325,0	----	20 318,9
30	30 591,5	30 518,1	30 546,6	----	30 538,5	----	30 534,4
40	40 788,6	40 766,2	40 776,4	----	40 770,3	----	40 771,0
50	50 985,8	51 004,2	51 011,3	----	51 016,4	----	51 010,6
60	61 183,0	61 300,3	61 313,5	----	61 327,8	----	61 313,9
70	71 380,1	71 539,2	71 551,5	----	71 547,4	----	71 546,0
80	81 577,3	81 817,0	81 827,2	----	81 834,3	----	81 826,1
90	91 774,5	92 025,3	92 065,1	----	92 050,8	----	92 047,1
100	101 971,6	102 432,6	102 445,8	----	102 442,8	----	102 440,4

**Tabla 8.**  
 Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada		Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k <sub>p=95%</sub> -----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kgf	%	
%	kgf							
20	20 394,3	0,37	0,07	----	0,050	24	0,12	2,02
30	30 591,5	0,19	0,09	----	0,033	34	0,11	2,01
40	40 788,6	0,043	0,025	----	0,025	34	0,083	2,01
50	50 985,8	-0,05	0,02	----	0,020	47	0,09	2,01
60	61 183,0	-0,213	0,045	----	0,017	49	0,080	2,02
70	71 380,1	-0,232	0,017	----	0,014	45	0,063	2,01
80	81 577,3	-0,304	0,021	----	0,013	53	0,065	2,01
90	91 774,5	-0,296	0,043	----	0,011	59	0,064	2,01
100	101 971,6	-0,458	0,013	----	0,010	62	0,061	2,01

LM-PC-05-F-01 R12.5

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co

**F-26684-001 R0**

Pág. 6 de 6

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,022$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**TRAZABILIDAD**

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**Instrumento Patrón**

<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN.
<b>Modelo</b>	KAL-1MN.
<b>Clase</b>	1,0.
<b>Número de Serie</b>	017401.
<b>Certificado de Calibración</b>	5516 del INM.
<b>Próxima Calibración</b>	2023-12-09.

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-26684-001

*Fin del Certificado*

LM-PC-05-F-01 R12.5

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**

Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "PROPIEDADES MECÁNICAS DE ADOQUINES CON DISTINTAS DOSIFICACIONES DE PET Y ADOQUINES DE CONCRETO PARA VÍAS PEATONALES, LIMA – 2022", cuyo autor es SAONA CHOMBA KEVIN BRYAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 03 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 15-07- 2023 22:03:29

Código documento Trilce: TRI - 0566256