



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado
para mejorar las propiedades del adoquín peatonal,
Miraflores- 2022**

AUTORES:

Machuca Melendez, Jorge Anderson (orcid.org/0000-0001-9766-8725)
Ayala Palomino, Marita Isabel (orcid.org/0000-0001-8434-4086)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, carlos danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme permitido haber llegado hasta este momento que es muy importante para mí y mi familia en mi formación profesional. A mi mamá y mi papá, por ser el pilar más importante y por demostrarme su apoyo incondicional. Al ingeniero Minaya por sus enseñanzas.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr este trabajo de investigación. Al asesor Carlos Minaya por su asesoramiento constante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme en la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por su apoyo y fortaleza en todo momento. Agradezco a todos los docentes de la Universidad Cesar Vallejo, en especial al Mg. Ing. Carlos Minaya por ser mi asesor y ayudarme a seguir con la tesis hasta el final.

A mi madre Milagros y mi padre Fredy por ser mi apoyo y mi motivo para terminar mi carrera profesional y titularme como ingeniera civil.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A mis padres y hermanos; quién con su apoyo incondicional me ayudaron a lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

Índice de contenido

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	25
3.2. Variable y Operacionalización	26
3.3. Población, Muestra y muestreo.....	28
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos	32
3.6. Método de Análisis de datos	32
3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	54
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	67

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación internacional del adoquín.</i>	14
Tabla 2. <i>Dimensiones del adoquín.</i>	16
Tabla 3. <i>Granulometría de la arena para el soporte de los adoquines.</i>	16
Tabla 4. <i>Requisitos granulométricos para el sello de arena.</i>	17
Tabla 5. <i>Ventajas y desventajas.</i>	19
Tabla 6. <i>Ventajas y desventajas.</i>	21
Tabla 7. <i>Tolerancia del adoquín.</i>	23
Tabla 8. <i>Porcentaje de la absorción.</i>	23
Tabla 9. <i>Espesores nominales y resistencias a la comprensión.</i>	24
Tabla 10. <i>Tabla de diseño de muestras.</i>	29
Tabla 11. <i>Ensayos de laboratorio.</i>	31
Tabla 12. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso.</i>	36
Tabla 13. <i>Análisis de contenido de humedad del agregado grueso.</i>	37
Tabla 14. <i>Características físicas del agregado grueso.</i>	37
Tabla 15. <i>Análisis granulométrico del agregado fino.</i>	38
Tabla 16. <i>Análisis del contenido de humedad del agregado fino.</i>	38
Tabla 17. <i>Características físicas del agregado fino.</i>	39
Tabla 18. <i>Valores de diseño para m³ de concreto para la muestra patrón de un adoquín tipo I.</i>	39
Tabla 19. <i>Relación de dosificación del agregado grueso por plástico PET.</i>	39
Tabla 20. <i>Relación de dosificación del agregado fino por caucho reciclado.</i>	40
Tabla 21. <i>Resultados de ensayo de absorción de muestra patrón y PET.</i>	40
Tabla 22. <i>Resultados de ensayo de absorción de muestra patrón y caucho reciclado.</i>	41
Tabla 23. <i>Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y PET a los 7 días.</i>	43
Tabla 24. <i>Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y caucho reciclado a los 7 días.</i>	44
Tabla 25. <i>Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y PET a los 28 días.</i>	45
Tabla 26. <i>Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y caucho reciclado a los 28 días.</i>	46
Tabla 27. <i>Resultados de ensayo de resistencia por abrasión de la muestra patrón y PET a los 28 días.</i>	47
Tabla 28. <i>Resultados de ensayo de resistencia por abrasión de la muestra patrón y caucho reciclado a los 28 días.</i>	48

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Pavimento de adoquín peatonal.....	14
<i>Figura 2:</i> Clasificación simétrica del adoquín.	15
<i>Figura 3:</i> Simbología del PET.....	18
<i>Figura 4:</i> Hevea Brasiliensis.....	20
<i>Figura 5:</i> Procesos de los neumáticos.	22
<i>Figura 6:</i> Longitud, ancho y espesor del adoquín.....	23
<i>Figura 7:</i> Mapa del Perú.....	33
<i>Figura 8:</i> Mapa Región Lima	33
<i>Figura 9:</i> Distrito de Miraflores.	34
<i>Figura 10:</i> Tereftalato de polietileno	34
<i>Figura 11:</i> Caucho reciclado.....	35
<i>Figura 12:</i> Granulometría.	35
<i>Figura 13:</i> Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso.	36
<i>Figura 14:</i> Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino.	38
<i>Figura 15:</i> Gráfico comparativo de absorción con adición de PET.....	41
<i>Figura 16:</i> Gráfico comparativo de absorción con adición de caucho reciclado...	42
<i>Figura 17:</i> Gráfico comparativo de resistencia a compresión a los 7 días	44
<i>Figura 18:</i> Gráfico comparativo de resistencia a compresión con adición PET a los 28 días.	45
<i>Figura 19:</i> Gráfico comparativo de resistencia a compresión con adición de caucho reciclado a los 28 días.....	46
<i>Figura 20:</i> Gráfico comparativo de ensayo de resistencia por abrasión con adición PET a los 28 días.	48
<i>Figura 21:</i> Gráfico comparativo de ensayo de resistencia a la abrasión con adición caucho reciclado a los 28 días	49

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores – 2022; realizando los ensayos de granulometría, de resistencia a compresión, al desgaste por abrasión y ensayo a la absorción. Su diseño de investigación experimental (cuasi), tipo de investigación de nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar PET en 3%, 4% y 6% y caucho reciclado en 4%, 6% y 8%: el primer objetivo fue especificar la influencia del PET y el caucho reciclado en la absorción, observándose una disminución de absorción a un 1,44% con el 3% de PET, el segundo objetivo fue determinar la influencia del PET y el caucho reciclado en la resistencia a compresión, demostrando que el caucho reciclado con un 6% aumento a un 346 kg/cm², el tercer objetivo fue indicar la influencia del PET y el caucho reciclado en la resistencia al desgaste por abrasión indicando una pérdida de 1.19 cm³ al 3% de PET. Se concluye que la incorporación del PET es favorable para los ensayos de absorción y resistencia al desgaste por abrasión, y para el caucho reciclado en todos los ensayos.

Palabras clave: adoquín peatonal, resistencia a compresión, desgaste por abrasión, absorción.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the influence of polyethylene terephthalate and recycled rubber to improve the properties of the pedestrian paver, Miraflores - 2022; carrying out the tests of granulometry, resistance to compression, abrasion wear and absorption test. Its experimental research design (quasi), type of research at an explanatory level, with a quantitative approach. Its results according to the specific objectives when incorporating PET at 3%, 4% and 6% and recycled rubber at 4%, 6% and 8%: the first objective was to specify the influence of PET and recycled rubber on absorption, observing a decrease in absorption to 1.44% with 3% PET, the second objective was to determine the influence of PET and recycled rubber on compressive strength, showing that recycled rubber with 6% increased to 346 kg/ cm², the third objective was to indicate the influence of PET and recycled rubber on abrasion wear resistance, indicating a loss of 1.19 cm³ at 3% PET. It is concluded that the incorporation of PET is favorable for the tests of absorption and resistance to wear by abrasion, and for the recycled rubber in all the tests.

Keywords: pedestrian paver, compressive strength, abrasion wear, absorption.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental que se genera por los residuos que están compuestos por el plástico y las llantas ya es una realidad. Incontables han sido las acciones que hemos podido observar y que se han estado empleando con el fin de buscar soluciones para mitigar los problemas ambientales, de las cuales han sido una de las principales promover el reciclaje. A nivel mundial, se ha buscado el mejoramiento de los pavimentos con métodos innovadores que han ayudado a mejorar sus propiedades, una de ellas ha sido el pavimento peatonal diseñado con adoquines. Asimismo existen países como, Ecuador y Colombia que reutilizaron los materiales desechables para el diseño de los pavimentos peatonales las cuales fueron, el caucho, el plástico PET, desechos de demolición y construcción, entre otros, con el fin de reducir el impacto ambiental así como también disminuir el consumo de los recursos naturales, donde se buscó mejorar la resistencia a compresión, resistencia al desgaste por abrasión y a la absorción. El caucho se ha estado adicionando al diseño de mezcla en los diferentes tipos de pavimentos ya que estudios han demostrado que este posee propiedades tanto plásticas como elásticas, la cual han llegado a disminuir los agrietamientos en estos generando mayor adherencia. Así mismo sucede con el plástico PET, ya que es un polímero y estos poseen características de larga duración es decir no se desintegran fácilmente en el ambiente.

A nivel nacional, ha sido de mucha importancia tener una buena infraestructura vial de pavimentos, desde la carretera hasta los pavimentos peatonales o también llamados veredas y todo aquello que conforma la estructura de las carreteras la cual tiene como finalidad avalar una buena condición de vida a la población, sobre todo si ésta opta por ofrecer una vía ecológica diferente a los materiales cotidianamente utilizados. Por este motivo, la demanda de adoquines de concreto en Arequipa, Trujillo y Piura se ha venido utilizando con materiales que reducirá el impacto ambiental las cuales han sido el caucho reciclado y el tereftalato de polietileno, gracias a su fácil aplicación y fiabilidad se utilizará en los próximos años para los futuros proyectos, razón por la cual se ha hecho de mayor interés no solo en las carreteras sino en las zonas peatonales, sin embargo, se puede observar sobre todo en la infraestructura de paso peatonal, que estas se

encuentran deterioradas debido a que muchas de estas han sido diseñadas empíricamente realizando un inadecuado diseño de mezclas, garantizando una deficiencia de calidad al cliente.

En los últimos años en la ciudad de Miraflores se vieron afectados por la polución del plástico reciclado y del caucho procedentes de llantas, afectando gravemente a los ríos y mares. En Lima metropolitana se utilizaban alrededor de 30 kilogramos de plástico por persona la cual, generando aproximadamente 886 toneladas de plásticos al día lo que corresponde casi el 46% del total de residuos sólidos a nivel nacional¹. Frente a tales circunstancias, se ha innovado nuevas técnicas de mejoramiento para el diseño de una infraestructura con nuevos aditivos, agregado o materiales, incluyendo residuos sólidos industriales generados continuamente por la población peruana como una alternativa de reciclaje de bajo costo, siendo dos de ellas el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado, la cual ayudará a mitigar los problemas de sólidos generados por la población de Lima, de modo que aporte en la mejora del medio ambiente.

Formulación del Problema. Muchos adoquines peatonales en el distrito de Miraflores se encontraron desgastados evidenciado por las grietas que estos presentan, así como también se evidenció que en el distrito al estar cerca al mar tiene un alto nivel de humedad por lo que los adoquines en su diseño debe tener una mejor absorción para la duración de este elemento que conforma el pavimento peatonal así mismo se observó un desgaste debido a la abrasión en la capa de rodadura del adoquín por la alta transitabilidad peatonal en el distrito, por lo que los ciudadanos tuvieron que seguir usándolo ya que es una vía muy concurrida por sus playas y se ven obligados a darle uso. De tal manera de contrarrestar los problemas generados en las propiedades del adoquín y al mismo tiempo ayudar a mitigar los problemas ambientales que ocasionan el plástico y el caucho en el distrito de Miraflores ha surgido el proyecto la cual tiene el propósito de determinar cómo actúan los adoquines con adición de estos aditivos. En este proyecto de investigación se reutilizará el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en los adoquines de concreto peatonal para lograr mejorar un aumento en la resistencia a compresión; disminuir el porcentaje de la absorción y aumentar la resistencia al desgaste por abrasión.

Es por ello, que en la actual investigación se ha planteado el siguiente Problema General: ¿De qué manera el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado influye en las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores – 2022?, Así mismo se plantearon los Problemas Específicos: ¿Cuánto influye el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la absorción del adoquín peatonal, Miraflores- 2022?, ¿Cuánto influye el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia a compresión del adoquín peatonal, Miraflores- 2022?,¿Cuánto influye el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín peatonal, Miraflores- 2022?.

Justificación del Problema. Se justificó esta investigación planteando nuevas alternativas de solución para mejorar el adoquín la cual se contribuirá al desarrollo social realizando el uso de los materiales reciclados, para evolucionar la propiedades y características del adoquín de concreto e innovar en la infraestructura vial de la Ingeniería Civil; además, colaborar con la reducción del impacto ambiental. Justificación económica. Si nuestro proyecto logra alcanzar las propiedades que tiene un adoquín de concreto convencional, este generaría mayor ahorro económico en materia prima, ya que se reutilizaría el material reciclado la cual es el tereftalato de polietileno y caucho reciclado que existe en abundancia en la actualidad. Justificación Ambiental. En los últimos años, el cambio ambiental está afectando al mundo de una manera drástica, como bien lo indica Luis, Rendon y Korody (2008), el plástico PET es el material la cual se elaboran productos como agua y gaseosas, la cual su uso es desechable y llega a la basura, por ende, llega a contaminar el medio ambiente² así mismo para Martin G. (2015), el caucho es un material natural de látex originada mediante la corteza de tronco en productos vegetales, y este compuesto por hidrocarburos, proteínas y azúcares de origen vegetal³, por ello, se busca reutilizar los recursos reciclables como el plástico y el caucho de manera sostenible, fomentando que se generen nuevos adoquines de concreto con este agregado, disminuyendo el impacto ambiental y preservando la biodiversidad. Justificación Teórica. A través de este proyecto se tiene por objetivo ampliar nuestros conocimientos referentes a las características físicas y mecánicas de un adoquín de concreto adicionado el plástico y el caucho reciclado en su diseño de mezcla. Por tal motivo aplicaremos los conceptos de adoquín con agregados reciclables ya que estos poseen características valiosas que aportan al

comportamiento del adoquín, realizándolos con los ensayos de resistencia de compresión, resistencia al desgaste por abrasión y absorción. Justificación Metodológica, Nuestra metodología esta evaluado por el instrumento de medición, que esta aplicada en la matriz operacional de las variables. Los instrumentos utilizados son: Ensayo de absorción, ensayo de resistencia a compresión y ensayo de resistencia a la abrasión. Cumpliendo con las Normas Técnica Peruana, NTP 399.611y NTP 399.624.

En la presente investigación, Se propone el siguiente Objetivo General: Evaluar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores - 2022. Los objetivos específicos de esta investigación son: Especificar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la absorción del adoquín peatonal, Miraflores- 2022. Determinar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia a compresión del adoquín peatonal, Miraflores- 2022. Indicar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín peatonal, Miraflores- 2022

También se planteó la Hipótesis General: La incorporación del Tereftalato de Polietileno y caucho reciclado mejora las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022. Similarmente se plantearon las Hipótesis Específicas: La incorporación del Tereftalato de Polietileno y el caucho reciclado disminuye la absorción en el adoquín peatonal, Miraflores- 2022. La incorporación del Tereftalato de Polietileno y el caucho reciclado aumenta la resistencia a compresión en el adoquín peatonal, Miraflores - 2022. La incorporación del Tereftalato de Polietileno y el caucho reciclado aumenta la resistencia al desgaste por abrasión en el adoquín peatonal, Miraflores - 2022.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, contamos a: Turpo, S. (2019) en su investigación tuvo como objetivo aprovechar el plástico (PET) en el diseño de mezcla del adoquín por intermedio del procedimiento de extrusión. Es un estudio de tipo experimental, la población tomada son todos los adoquines de concreto, la muestra tomada son cincotar adoquines con dimensiones 6 cm de alto x 8 cm de ancho x 20 cm de largo, los instrumentos que utilizaron para llevar a cabo los ensayos fueron los materiales de laboratorio y la maquina extrusora. Teniendo resultados que al incorporar el 100% de PET puro en reemplazo del agregado fino este tiene una resistencia de 121 kg/cm², asi mismo sucede con un porcentaje de 75% de PET y 25 % de agregado fino tuvo como resistencia 143.8 kg/cm², del mismo modo para los porcentajes de 50% de PET y 30% de PET que obtuvieron un porcentaje de 174, 7 kg/cm² y 220,6 kg/cm² respectivamente. En conclusión, se observa que al incorporar porcentaje de PET fundido en el diseño de mezcla del adoquín este tiende a disminuir no cumpliendo con la NTP 399.611 ya que este indica que para el ensayo de compresión por promedio el adoquín debe tener una resistencia promedio de 316.112 kg/cm² por lo que no llega a cumplir la resistencia mínima. ⁴

Aguilar, M. y Mamarandi, J. (2020) tuvo como objetivo general: Analizar la inclusión de la ceniza volcánica en reemplazo al cemento en proporciones de 7%,10%,20% y 30% y comparar sus propiedades del adoquín convencional. Es una tesis de tipo cuasiexperimental, la población elegida para la investigación son los cubos de mortero de 50 mm de arista, la muestra tomada son 3 adoquines de concreto de 60mm x 100mm x 200mm, los instrumentos que realizaron para lograr las pruebas fueron: ensayos de laboratorio, materiales del laboratorio. Teniendo resultados, se visualiza favorable con respecto al reemplazo del 10% en la composición del adoquín, un incremento en la resistencia a la compresión de 7 MPa. Se concluyó que se debe realizar un análisis de costo y beneficio de los dos tipos adoquín y así determinar cual resulta más económico y que brinde las propiedades de resistencia y duración necesarias para la construcción⁵.

Correa, L. y Polo, H. (2019), tienen como objetivo fijar la influencia y/o predominio de la ceniza de caña de azúcar respecto a las características físicas y mecánicas de adoquines tipo II para el tránsito liviano. Es un estudio de tipo experimental, la población son las 108 unidades de albañilería cemento-arena. La muestra es de tipo probabilístico aleatorio simple, los instrumentos utilizados para el proyecto es la balanza electrónica, horno de Shel Lab, Tamices para el agregado fino y tamices Forney de bronce, teniendo como resultados para una probeta de 0% de adición se obtuvo como promedio de resistencia de 200.05kg/cm², 447.16 kg/cm² y 369.31 kg/cm², para un curado de 7,14 y 28 días. Asimismo, las muestras adicionado en varios porcentajes de ceniza de caña de azúcar se obtuvieron resultados considerables ya que se pudo observar un incremento en la resistencia a la compresión hasta el 12% de adición de ceniza cumpliendo con la NTP 399.611, ya que a partir del 15% de adición, su resistencia disminuye con respecto al diseño con 0% de adición, ya que al restar más cemento y remplazar ceniza su producción incrementa. En conclusión, se determinó que la influencia de las cenizas de caña de azúcar en los componentes físicos- mecánicas de adoquín tipo II, en la resistencia tuvo un aumento con el 12% de ceniza de caña de azúcar; por otra parte, con la asimilación, se obtuvo que el 15% de ceniza tuvo una absorción superior que una muestra sin porcentaje de ceniza⁶.

En otros idiomas tenemos a: Wiku K., Rijali N. and Denny R. (2019), en inglés, tuvieron como objetivo demostrar la capacidad de los residuos plásticos procesados como agregado grueso sobre hormigón o adoquines en la resistencia a la compresión. Es un estudio de tipo cuasi experimental, la población designada para el análisis son adoquines de concreto, la muestra tomada son 15 adoquines de concreto tamaño de 20 x 10 x 8 cm. Como resultados obtenidos para el ensayo de compresión se muestra un descenso en la resistencia a la compresión debido a la adición de la composición de PET. Los criterios de calidad de los adoquines producidos son solo muestras de PB2 (25 %) con una media de 144,5 kg/cm² de resistencia a la compresión que satisface la calidad del adoquín tipo C que puede ser utilizado por los peatones. Para las probetas de ensayo de PB3 (50 %) y PB4 (75 %) con una resistencia a la compresión de 121,93 kg/cm respectivamente y 90,47 kg/cm. Cumple con la calidad del bloque de pavimentación tipo D que se

puede usar en parques y otros usos. En conclusión, el agregado grueso de Tereftalato de Polietileno (PET) se puede utilizar como material alternativo para sustituir alguna piedra natural en la mezcla de Adoquines porque 4 de cada 5 especímenes del promedio de la prueba de resistencia a la compresión según Categorizado como de buena calidad pavimentación y con buena producción⁷.

Ibrahim A., Roszilah H., Siti O., Abdulkader A. (2016), en inglés, tuvo como objetivo resumir estudios previos de materiales plásticos como PET y PP para sacar conclusiones generalizadas respecto a las características del hormigón fresco. Es un estudio de tipo no experimental descriptiva, la población seleccionada para el estudio son estudios para examinar las características mecánicas de las mezclas de hormigón que contienen PET y PP., la muestra tomada son catorce estudios realizaron pruebas en concreto fresco, representado por pruebas de asentamiento y peso unitario/densidad, mientras que otros veinte y cuatro estudios investigaron pruebas en concreto endurecido representado por pruebas de resistencias mecánicas. Como resultados obtenidos se visualiza en la resistencia a la compresión se demostró que el uso de materiales plásticos en las mezclas de concreto mejoró la resistencia a la compresión en aproximadamente un 8% a 14.2% para relaciones de sustitución en un valor entre 0.1% y 0.5% del volumen de mezcla, se revelo que el reemplazo de los materiales plásticos en un 1% del volumen total de la mezcla podría mejorar la resistencia a la compresión hasta en un 35%. La adición de material plástico en cantidades que oscilan entre 1 kg/m³ y 1,5 kg/m³ podría mejorar la resistencia a la compresión entre un 32 % y un 34 %. Otros investigadores optaron por utilizar un mayor volumen de materiales plásticos en un rango de 0,6 % a 1,5 % del volumen total de la mezcla, y los resultados mostraron reducciones en la resistencia a la compresión de 4 % a 43 %. En conclusión, los materiales plásticos para arena natural en un volumen de 20% a 60% podrían deteriorar significativamente la resistencia a la compresión en un 71% a 78%. Por el contrario, encontró que la resistencia a la compresión no mostró cambios significativos cuando se agregaron materiales plásticos⁸.

Chávez P., Osorio E., Molano C., Ospina M., Lizarazo J., (2020), en inglés, tuvo como objetivo determinar la resistencia y eficiencia técnica y económica de

adoquines fabricados con plásticos recuperados frente a los fabricados con hormigón hidráulico, sujetos a la normativa vigente. Es un estudio de tipo cuasi experimental, la población tomada para el estudio son adoquines de polímero recuperado y adoquín de hormigón hidráulico, la muestra tomada son 3 adoquines de polímero recuperado de 20,8x10,05x0,66 cm, 20,06x10,75x0,643 cm, 20,6x10,75x0,58 cm y 1 adoquín de hormigón hidráulico de 20,153x10,48x0,8081 cm., los instrumentos que se aplicaron para efectuar los ensayos fueron: ensayos de laboratorio, materiales del laboratorio. Como resultados obtenidos se tiene en las pruebas de compresión, la muestra 1 tuvo una resistencia de 210000N=10.0406 Mpa, la muestra 2 tuvo 18.037 Mpa y la muestra 3 tuvo una resistencia de 20.772 Mpa. Por otro lado, la muestra de concreto tuvo una resistencia de 16.79 Mpa. En conclusión, De acuerdo con los cálculos anteriores, se puede concluir que las probetas fabricadas con polímeros reciclados (muestras 2 y 3) presentaron una mayor capacidad de carga que la muestra fabricada con hormigón hidráulico. El comportamiento observado de las probetas fabricadas con materiales plásticos recuperados, en concreto la probeta 3, fue capaz de soportar la carga máxima de la máquina de ensayo universal que es de 460 KN máx. Las probetas 2 y 3 no se rompieron, pero se observó pandeo en sus caras laterales⁹.

A nivel nacional, tenemos a: Según Benavides, J. (2019) tuvo como objetivo fabricar adoquines dúctiles partiendo de la fibra de caucho neumático para revestimientos de pisos. Tiene una investigación de tipo cuasi experimental, la población tomada fueron las diferentes probetas que se fabricaron de material agregado de resina de poliuretano y fibra de caucho granulado, en distintas combinaciones: combinación de aglutinante, proporciones de gránulo de caucho reciclado y combinación de material compuesto de acuerdo a las normas INEN y ASTM, para la extensión de esta investigación y la ubicación de los ensayos se optó por la alternativa al tipo de combinación E6, la muestra que fue seleccionada son 40 probetas para ensayar en esta investigación, los instrumentos que se emplearon para efectuar los ensayos fueron: las balanzas, recipientes para la mezcla, moldes, calibrador pie de rey, regla. Como resultado se obtuvo que la granulometría adecuada para la fabricación de adoquines dúctiles es la de 3 a 6 m. Se concluyó que los adoquines que expresan una mayor resistencia a la compresión son los de combinaciones volumétrica Tipo

B, con granulometría de 3 a 6 mm, presentando una mayor alteración, con una compresión residual promedio de 16,60%; que los del tipo A que manifestaron un promedio de 23,46% los cuales se deforman en menor proporción, pero no son tan flexibles¹⁰.

Marín, C. (2020) tuvo como objetivo general estudiar las características mecánicas del adoquín fabricado de concreto habitual y polvillo de caucho de neumáticos reciclados sustituyendo parcialmente al agregado fino, relacionándolas con los adoquines que sostienen un diseño tradicional, referido a la norma NTE INEN 3040. Es una investigación cuasiexperimental, la población recogida para el análisis fueron todos los adoquines, la muestra tomada son 96 unidades del adoquín 6 tipo II con las dimensiones de 20 cm x 10 cm x 6 cm, a los que se les ha sustituido por el agregado fino por el caucho reciclado en ciertos porcentajes como el 3%, 6 % y 9 %, los instrumentos efectuados para llevar a cabo los ensayos fueron: ensayos de laboratorio, materiales del laboratorio. Como resultado referente a la resistencia a compresión se alcanzó para los 24 adoquines una resistencia mayor a lo exigido por la NTP 399.611, el cual precisa una resistencia de 380 kg/cm² para un adoquín de tipo II, así mismo para los adoquines incluidos en su diseño los porcentajes de caucho reciclado (3%, 6% y 9%) cumplen con las NTP 399.611. Se concluye en relación a la resistencia individual de los adoquines, se observa que la mayor resistencia a compresión es la que presento el adoquín “patrón 3” con 582.86 kg/cm² y la mínima resistencia a compresión es 406.33 presentada por el adoquín “9% caucho 1”, ambos adoquines se desempeñan en base a los requerimientos especificados por la norma técnica NTP 399.611 (380 kg/cm²) respecto a los adoquines evaluados individualmente, a la edad de 28 días¹¹.

Cervantes, S. y Pilco V. (2020), su objetivo general fue la determinación que tuvo la adición de vidrio tipo Sodo Cálcico molido y triturado sobre las propiedades mecánicas del adoquín de concreto tipo I y II para pavimentos en la ciudad de Arequipa, teniendo un estudio de diseño experimental. La población son todos los adoquines de concreto tipo I y II, los instrumentos que se utilizó son todos los materiales para realizar los ensayos de compresión y absorción. Teniendo como resultado se deduce que para la resistencia a compresión con adición de vidrio fino-20% se obtuvo resultado favorable en un 8.89% con respecto al patrón, y con vidrio

triturado grueso-15% aumenta en un 28.36% respecto al concreto patrón; Así mismo se alcanzó óptimos efectos en el porcentaje de absorción con 6%, que cumple dentro del permitido en la norma. En conclusión, podemos indicar que tanto la resistencia a compresión como la absorción cumplen de acuerdo a la normativa, por lo que el vidrio indistintamente de su tamaño tiene un resultado positivo en la resistencia a la compresión.¹²

Chingel, R. y Flores, J. (2019) en su tesis de investigación tuvo como objetivo general, establecer el apropiado procedimiento del esfuerzo de compresión del adoquín con la incorporación del Caucho reciclado, teniendo un estudio de diseño experimental. La población consta de todos los adoquines de concreto convencional y como muestra unos 36 adoquines con diferente porcentaje de caucho reciclado. Los instrumentos que se realizaron fueron los ensayos de laboratorio y materiales de laboratorio. Como resultado obtuvieron que el grupo de adoquín adicionado con el 15% de caucho reciclado reemplazado por el agregado fino tuvo una mejor resistencia a los 28 días a diferencia del adoquín convencional la cual fue de 357.38 kg/cm² y 324 kg/cm² respectivamente. Se concluyó que, la adición del caucho reciclado influye positivamente en el diseño de adoquines convenientemente ya que aumentaba su resistencia.¹³

Chavarri, C. y Rubio, J. (2020), en el presente estudio cuyo objetivo fue, determinar la resistencia de adoquines de concreto de tipo I con el caucho reciclado, tomando en cuenta con las normas RNE CE.010. "pavimentos urbanos". Teniendo un estudio de tipo experimental puro. La población consta de 36 bloques de adoquín de concreto, la muestra tomada es distribuidas por 9 bloques de adoquín de grupo control, 9 adoquines sustituido por agregado fino con 3% de caucho reciclado, 9 muestras de adoquín con 5% de caucho y por último 9 adoquines con 7% de caucho reciclado, los instrumentos que se aplicaron para consumir los ensayos fueron: los materiales del laboratorio. Como resultado tuvo que la resistencia a compresión del concreto patrón es de 349.35 kg/cm² a los 28 días, en comparación de los adoquines incorporados con los porcentajes de 3%, 5% y 7% obtuvo variaciones menos con respecto al agregado fino, como 8.74% para adoquines con 3%; una reducción de 20.08% y 34.73% al agregar 5 y 7% de caucho respectivamente, no

cumpliendo con las hipótesis planteadas. Se concluyó que las resistencias reemplazadas por el agregado fino de acuerdo a los porcentajes de 3%,5% y 7% no obtuvo buenos resultados favorables con el uso del caucho¹⁴.

Fernández, M. (2019), en su investigación tuvo como objetivo general: determinar las propiedades del diseño del adoquín siendo este de tipo I con PET referente al adoquín sin adición. Tiene como investigación tipo cuasi- experimental y la población tomada son los adoquines de tipo I, teniendo como muestra 9 adoquines de concreto patrón y 27 adoquines con tereftalato de polietileno en diferentes porcentajes de 0.25%, 0.5% y 0.75%. El tipo de muestreo es probabilística no aleatoria, los instrumentos fueron los equipos de laboratorio y materiales de laboratorio. Como resultado obtenemos que de acuerdo a la norma técnica de absorción indica que el promedio considerado para el adoquín es de un 6%, para lo cual tuvo como resultado para el ensayo de absorción al analizar las características del adoquín con el agregado del Tereftalato con un porcentaje al 0.25%, 0.50 % y 0.75% teniendo como porcentaje de absorción un 4.27, 4.25 y 4.92 siendo este último el que mayor presenta absorción. Así mismo se observó que los adoquines convencionales tuvieron una resistencia de 365.16 kg/cm² a diferencia de los que contienen adoquines de PET al 0.25%, 0.50% y 0.75% que tiene como resistencia 444.64 kg/cm², 464.08 kg/cm² y 404.75 kg/cm². Se concluyo que los adoquines fabricados adicionando PET cumplen con las normas NTP 399.611 y NTP 399.604 tanto en físicas y mecánicas presentando una mayor resistencia que aquellos que no presentan PET. Así mismo se analizó que el costo del concreto convencional es más económico que a diferencia de los adoquines con PET¹⁵.

Liñan, J y Alvarez, L. (2018) en su tesis tuvieron como objetivo, comprobar de que manera afecta al incorporarse el PET en la mezcla para la elaboración de adoquines para fines vehiculares, teniendo un estudio de diseño experimental. La población consta de todos los adoquines convencionales con diferentes porcentajes de agregado reciclado PET. Los instrumentos que se realizaron fueron los ensayos de laboratorio y materiales de laboratorio. Como resultado obtuvieron que los adoquines de concreto adicionados con 5% de PET tuvieron mejor resistencia a la absorción a diferencia de 10% y 15%, y conforme al ensayo de

resistencia por abrasión estuvieron dentro del rango permitido de acuerdo a la NTP. Se concluyó que al adicionar el plástico este afecta considerablemente en diseño de adoquines ya que este disminuye su resistencia, mejora el porcentaje de absorción y reduce la resistencia al desgaste por abrasión, dependiendo de la medida agregada en su diseño.¹⁶

A nivel de artículos científicos, tenemos a: Acevedo, A y Posada, J. (2017) tuvo como objetivo general demostrar que al agregar porcentaje de PET por reemplazo de la arena este tiende a disminuir. Es una investigación de tipo experimental, la población son todos los adoquines de concreto, la muestra tomada para esta investigación son los adoquines con la adición del PET en reemplazo del agregado fino. Los instrumentos utilizados para el proyecto es la balanza electrónica, horno, tamices para el agregado fino y tamices de bronce, como se resultado se obtuvo que a los 28 días, al reemplazar PET con relación al peso del agregado fino en un porcentaje del 5% la reducción de la resistencia a la compresión es de 3.7% respecto a la muestra sin incorporación del PET que fue de 29,9 MPa, así mismo sucede para los porcentajes del 10% y 15% del PET teniendo como porcentaje de disminución un 12,4% y 14% respectivamente, por último para un porcentaje de 20% este minimiza más que las muestras preliminares siendo un 17,4%. En conclusión, al adicionar PET en reemplazo del agregado fino para los porcentajes de 5%, 10%, 15% Y 20% para el ensayo de la resistencia a la compresión este tiende a disminuir, sin embargo, esta disminución no fue demasiado alta¹⁷.

Jaimes, L. y Torres, K. (2019), en su artículo de investigación tuvo como objetivo elaborar adoquines ecológicos a partir de agregados reciclados como el grano de caucho reciclado reemplazando al agregado fino. Es un estudio cuasiexperimental, la población son los adoquines ecológicos, la población tomada son 192 adoquines ecológicos teniendo como muestra 12 adoquines patrón, 12 adoquines con 5% de caucho reciclado, 12 adoquines con 7% de caucho reciclado y, por último, 12 adoquines al 9% de caucho reciclado. Los instrumentos utilizados con los materiales de laboratorio y equipos de laboratorio. Como resultado de las muestras obtenidas en los adoquines, fueron insatisfactorias a la resistencia a compresión

proyectado en todas las dosificaciones de 1:3, 1:4, y 1:5, en proporción de porcentajes de 5%, 7% y 9%, por lo tanto, la dosificación de 1:3 con adición de CGR en todos los ensayos tuvo mejor rendimiento. Llegando a la conclusión de que la dosificación de 1:3 obtuvo mejores proporciones más óptimas para la fabricación de los adoquines agregando CGR de acuerdo a la norma técnica colombiana NTC 2017¹⁸.

Agyeman, S, Obeng-Ahenkora, N.K., Assiamah, S, Twumasi, G. (2019), tuvo como objetivo explorar el potencial de residuos plásticos como material aglutinante para la producción de adoquines. Tuvo como metodología un diseño experimental. Se obtuvo como resultado en la resistencia a la compresión que obtuvo la muestra de hormigón de cemento sin la adición de plástico fue de 5,12 N/mm² después de curado durante 7 días y luego obtuvo un 6.07 N/mm² a los 21 días, es decir un aumento aproximado de 18% de resistencia. Así mismo los resultados para el alto en plástico en este caso HP y el menor en bajo plástico que es el LP, obtuvieron resultados similares, ya que a los 7 días el LP tuvo como resistencia 5.96 N/mm² y para la probeta HP es de 7.31 N/mm², después para los 21 días aumento un 7.31 N/mm² y 8.53 N/mm² respectivamente, para la cual corresponde un aumento de 25% aproximadamente para los bloques LP y un aumento poco significativo que es el 2% para los bloques de HP. En conclusión, la resistencia a la compresión de las muestras aumento cuando se utilizaron residuos plásticos en sustitución del cemento lo que muestra claramente que los adoquines de hormigón son inferiores a la compresión de los adoquines con plástico¹⁹.

Definición del Adoquín. Según Pariguamán (2017), El adoquín de concreto es un elemento estructural prefabricado de hormigón simple, también conocido como pavimento articulado que se procesa mediante la vibro-compactación en moldes, para tener forma, tamaño y diseño para optimizar el trabajo en la colocación del elemento en forma continua y simétrica para formar pavimentos o capas de rodadura (p. 11)²⁰. Además, los adoquines son elementos prefabricados que conforma dentro del pavimento articulado, asimismo, posee características importantes en la fabricación de los materiales, así como propiedades geométricas y físicas, resistente a la compresión resistencia al desgaste y absorción (Vila, Pereyra y Guitierrez, 2019, p. 248)²¹. Sin embargo, los adoquines se definen como

bloques individuales diseñados para unirse mayormente de material de piedra y de hormigón, a lo que son fabricados en medio de un proceso de vibro-compactación. Generalmente tiene la forma prismática aplicando distribuciones de forma continua y ordenada, para formar superficies de pavimento flexible con buenas ventajas (Poveda, Granja y Ávila, 2019, p. 2)²². Por otro lado, según Guerrini, Crespo y Jurado (2017) estos son utilizado en distintas áreas para su uso de aplicación, ya que representan un resultado único y asequible, debido a su elaboración. Además, nos muestra como resultado de la colocación de esta, la atracción que genera en la aplicación en zonas urbanas como en las carreteras, zona de estacionamientos, también en losas, etc. (p. 53)²³.



Figura 1: Pavimento de adoquín peatonal.

Fuente: ICH.

Clasificación de los adoquines. Según Di Marco (2018), expresaron que “los adoquines se clasifican de acuerdo a la forma, tipo, altura, longitud y espesor” (p. 32)²⁴. Internacionalmente, Según Echaveguren (2013), los adoquines se distribuyen al adoquín en tres tipos como A, B y C:

Tabla 1. *Clasificación internacional del adoquín.*

Tipo A	Son elementos que trabajan a unidades dentadas que se traban unas con otras entre sí, generando mejor condición de trabazón para las fuerzas verticales y horizontales.
Tipo B	Estas ofrecen menor trabazón, pero ofrece mayor rendimiento ante los desplazamientos paralelos a uno de sus ejes.
Tipo C	En este caso, sus formas son regulares y no ofrece una trabazón favorable para movimientos longitudinales o rotacionales (p. 23) ²⁵ .

Fuente: Elaboración propia

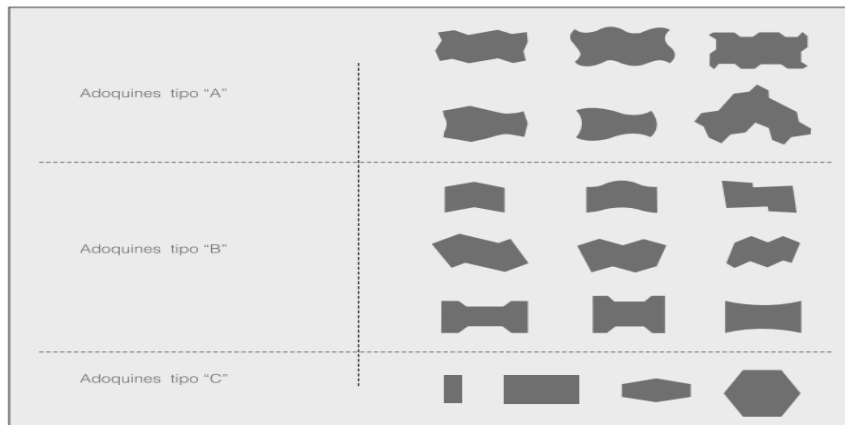


Figura 2: Clasificación simétrica del adoquín.

Fuente: ICH.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana (2015), existen 3 tipos de adoquines de concreto la cual menciona lo siguiente: Tipo 1: Se utilizan estos adoquines para pavimento peatonal. Tipo 2: Se utilizan estos adoquines para pavimentos de tránsito ligero. Tipo 3: Se usa para pavimentos de tránsito vehicular pesado (p. 6)²⁶. Para Echaveguren (2013), Los adoquines de concreto se diferencian en tres tipos: pavimento de adoquín propio, adoquín poroso y adoquín peatonal. Los adoquines de concreto usados en el pavimento son empleados mayormente en vías públicas como: estacionamientos, patios, áreas peatonales, aeropuertos y pavimentos vehiculares, etc. (p.13)²⁷.

Asimismo, definiremos las partes del diseño estructural que se complementa el pavimento peatonal del adoquín. Subrasante: Es la zona de la estructura más importante ya que ésta, debe ofrecer el soporte estable como una base, la cual debe contar con un 95% de compactación del soporte, mediante esto se realizan con ensayos como Proctor modificado para suelos granulométricos, y el Proctor estándar para los suelos cohesivos. Base: La función principal de la base es absorber las cargas que se sitúa el adoquín, la cual debe ser resistente, teniendo en cuenta que el CBR tiene que ser mayor del 30% y para la compactación del Proctor Modificado contara con un porcentaje de 100%. Cama de apoyo: La norma CE.010 nos indica que los espesores tienen que ser mayor de 25mm y menor de 40mm, a función principal es brindar apoyo al adoquín.

Requisitos Geométricos de los Adoquines. Según Di Marco (2019), Por una de las razones prácticas en relación del peso y tamaño se recomienda las siguientes dimensiones:

Tabla 2. Dimensiones del adoquín.

Longitud	La longitud nominal de los adoquines debe estar comprendido entre 5 cm y 25 cm.
Ancho	El ancho nominal de los adoquines tiene que ser mayor de 50 cm
Espesor	El espesor estándar de los adoquines tiene que ser mayor de 6 cm, con dimensiones que sean múltiplos de 2 cm así: 6 cm, 8 cm y, en algunos casos, 10 cm. (p.32) ²⁸ .

Fuente: Elaboración propia.

Materiales que se fabrica el adoquín adicionado con el Tereftalato de Polietileno.

Se utilizan ciertos materiales para la realización del adoquín, los cuales se emplean lo siguiente:

1. Arena para capa de soporte: Es un material fino que se obtiene de la desintegración natural de rocas o trituración de las mismas, cuyo tamaño es inferior a los 5mm (Echaveguren, 2013, p.32)²⁹. De acuerdo a los parametros se debera cumplir lo siguiente:

1.1 Granulometria: Esta debera cumplir con lo propuesto en la NTP 400.037: Agregados. Especificaciones normadas para agregados en concreto. Según lo indicado en la siguiente figura:

Tabla 3. Granulometría de la arena para el soporte de los adoquines.

Malla	% que pasa
3 / 8"	100 %
Nº 4	95% -100%
Nº 8	80% -100%
Nº 16	50% - 80%
Nº 30	25% - 60%
Nº 50	05% - 30%
Nº 100	00% -10%

Fuente: MTC.

2. Adoquines: Estas deben cumplir con lo establecido en el expediente técnico, lo cual debe estar de acuerdo con la NTP 399.611. Su espesor y resistencia a la compresión deben cumplir con lo señalado en el proyecto.
3. Arena para sello :Se utiliza para sellar las juntas entre los adoquines, la cual se ajustará a los límites de ensayos granulométricos de la NTP 400.011, en la siguiente figura:

Tabla 4. *Requisitos granulométricos para el sello de arena.*

MALLA	% PASA
N.º 4	100
N.º 8	95 – 100
N.º 16	70 - 100
N.º 30	40 – 75
N.º 50	10 – 35
N.º 100	02 – 15
N.º 200	00 - 05

Fuente: Norma CE.010

Mezcla de adoquines. El hormigón permanece fresco desde el momento de la mezcla hasta que fragua. En estado fresco, se suele prestar la máxima atención al manejo, la colocación y la compactación. Las propiedades de endurecimiento del hormigón están relacionadas con su estado fresco, ya que la consistencia del hormigón fresco disminuye gradualmente desde el momento en que se completa la mezcla. Además, la consistencia y compactación de la mezcla son vitales para la resistencia potencial y durabilidad del hormigón. Por tanto, las propiedades más importantes del hormigón fresco están asociadas con su trabajabilidad y consistencia. Cuando los plásticos reciclados o de desecho se introducen como agregado fino o grueso en una mezcla de concreto, las propiedades frescas del concreto podrían alterarse significativamente. Esta sección destaca las propiedades frescas del hormigón que contiene plásticos reciclados y de desecho como agregados finos y gruesos.

Tereftalato de Polietileno (PET): Según Di Marco (2015), El PET es un material reciclable transparente, de textura ligera y tiene una característica importante en la resistencia mecánica a la compresión, además es una barrera contra los químicos y gases, ya que conserva el aroma y sabor de los alimentos (p.33)³⁰. Además, es un material no biodegradable que mayormente son arrojados, lo cual proviene de las botellas plásticas y se utiliza para facilitar el recurso humano. Con esta determinación se busca reducir el impacto ambiental y beneficiarse de las características que contiene este material. (Zavala, 2018, p. 25)³¹. El Tereftalato de polietileno o plástico reciclado PET, mayormente se identifica mediante el siguiente símbolo:



Figura 3: Simbología del PET.

Fuente: Códigos universales de reciclaje.

Características del Tereftalato de Polietileno. Según Di Marco (2015), Las Características y propiedades en el tereftalato de polietileno que mayormente son fáciles de trabajar y moldear, son impermeables, resistentes a la corrosión, poseen baja densidad, presenta mayor dureza, resistencia al desgaste, mayor estabilidad a la intemperie. (p. 33)³².

En muchos casos, el PET es utilizado en muchos ámbitos como muebles, fibras de textilera, automóviles y envases de alimentos, entre otros.

Ventajas y desventajas del Tereftalato de polietileno. En muchos casos, el plástico al ser un material resistente a sus propiedades físico-mecánicas, también tienden a tener desventajas que pueden verse afectados en la calidad del material. A continuación, realizaremos comparativas del plástico reciclado:

Tabla 5. Ventajas y desventajas.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">✓ Fácil de Trabajar.✓ Baja densidad.✓ Son excelentes aislantes térmicos.✓ Resistentes a la corrosión.✓ Baja absorción de humedad.✓ Son termoplásticos.✓ Duraderos y livianos.	<ul style="list-style-type: none">✓ No mantiene buenas propiedades al someterse a altas temperaturas mayores de 70 grados.✓ Contaminan el ambiente al fabricarlos.✓ No se combinan entre diferentes tipos de plástico.✓ El porcentaje es elevado con respecto al volumen. Teniendo problemas en espacio como en contenedores.

Fuente: Elaboración propia.

El caucho: Según Castro (2008) menciona que, es un componente de especies intercaladas, entre las que enfatiza la *Hevea Brasiliensis*. Cuando se corta en su corteza, los conductos de agua aceitosa del árbol productor de caucho se rompen, secretando un líquido lechoso que contiene una emulsión gomosa. Este producto se recolecta en recipientes que permiten almacenarlo, luego se trata para solidificar por evaporación o por coagulación, ahumado, etc. Esto es esa propia zona en el cual fue cosechado (p.19)³³.

Según Martín (2015), El caucho natural está conformado por una composición de grasas, hidrocarburos, ciertas proteínas y azúcares de origen vegetal. Según la especie vegetal, la presencia de caucho circula entre el 80% y 95%, que es prácticamente es un polímero de isopreno. Los árboles de látex pertenecen principalmente a la familia de 25 Euforbiáceas del género *Hevea*, el más típico de los cuales es el árbol *Hevea brasiliensis*, procedente de la cuenca del río Amazonas. Se pueden ubicar en otras especies dependiendo de las regiones donde se localicen, como es el caso de *Urceola* de Asia y *Funtumia* de África Occidental o Castilla de México (p.11)³⁴.



Figura 4: Hevea Brasiliensis.

Fuente: Casiopea.

Propiedades del caucho natural: Castro (2008), menciona en relación a las propiedades químicas y físicas manifiesta que: Contiene buenas propiedades de carga de rotura, alargamiento, abrasión y desgarró; además tiene una baja compresión y alta resiliencia; tiene propiedades dinámicas y de rebote; su rango de temperaturas oscila de -50°C hasta 90°C ; tiene buena resistencia a ácidos, bases y sales. No es dable al unirlo con aceites, grasas o hidrocarburos; y finalmente tienes buenas propiedades eléctricas. (p.12)³⁵

Caucho sintético: Martin (2015), Es un producto hecho por el hombre, generalmente a partir de productos refinados del petróleo, que tiene propiedades equivalentes al caucho. Por esta razón se indica que es más resistente a la deformación elástica que otros materiales, volviendo a su representación original sin modificación alguna. El caucho sintético se produce desde la polimerización de varios monómeros, incluidos el isopreno y el isobutileno, mediante una adición controlada que puede alterar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del caucho (p.14)³⁶

El neumático: Sobre el neumático, Castro (2008), se dice que es la parte que permite que el automóvil se desplace suavemente sobre áreas niveladas. Compuesto por una carcasa hecha especialmente de caucho incorporado de aire que ayuda a sostener al automóvil y su vida útil. Su descubrimiento fue atribuida al norteamericano Charles Goodyear, quien reveló en 1880 que la evolución de vulcanización otorgaba al caucho la resistencia y dureza necesarias para la fabricación de neumáticos. La producción de neumáticos representa el 60% de la fabricación al año de la industria del caucho. (p.2)³⁷

Neumáticos fuera de uso: Chávez (2018), los neumáticos también conocidos como llantas, están hechos principalmente de caucho y se colocan en las ruedas del vehículo para brindar agarre al suelo, estabilidad y comodidad. De todas las partes de un vehículo, solo el neumático está en contacto con la carretera o el suelo, por lo que muchas veces el comportamiento del vehículo depende de él. Cada año, alrededor de mil millones de neumáticos en todo el mundo se acercan al final de su vida útil, lo que afecta negativamente al medio ambiente y a las personas por igual. Este número aumenta cada vez. Por ejemplo, en los Estados Unidos, el consumo de llantas de automóvil por llanta per cápita por año, 275 millones (p.7)³⁸

Reciclado del caucho por trituración mecánica: Según Luna (2013), La trituración mecánica es la estructura más eficaz y económica de reducir significativamente la medida del caucho al final de la vida útil. Además, con la molienda mecánica, específicamente, se separa la composición de las moléculas de un sólido en el cual se ha aplicado un esfuerzo más allá de su límite elástico, el caucho está compuesto por largas cadenas poliméricas, esto quiere decir que su comportamiento es representado por ser elástico ya que vuelve su forma de origen cuando no se le aplica fuerza (p. 71)³⁹

Tabla 6. *Ventajas y desventajas.*

Escasa generación de los residuos. Por tanto, se evita los efectos que dañan el medio ambiente.	Ocasiona altos costos en mantenimientos de maquinarias que se realiza la trituración.
Se permite reutilizar los materiales, para productos nuevos y así se reduce la contaminación y evitar la degradación que demoran años.	El producto aún no se está siendo aprovechado ya que existen pocos procesos innovadores para el desarrollo del mercado.
Los productos son buenos aislantes químicos y excelente calidad, por lo que conservaría los productos.	
El proceso de trituración por procedimientos mecánicos son el paso previo en los distintos métodos de	

recuperación y rentabilización de los residuos de neumáticos que están fuera de uso.

Fuente: Elaboración propia.

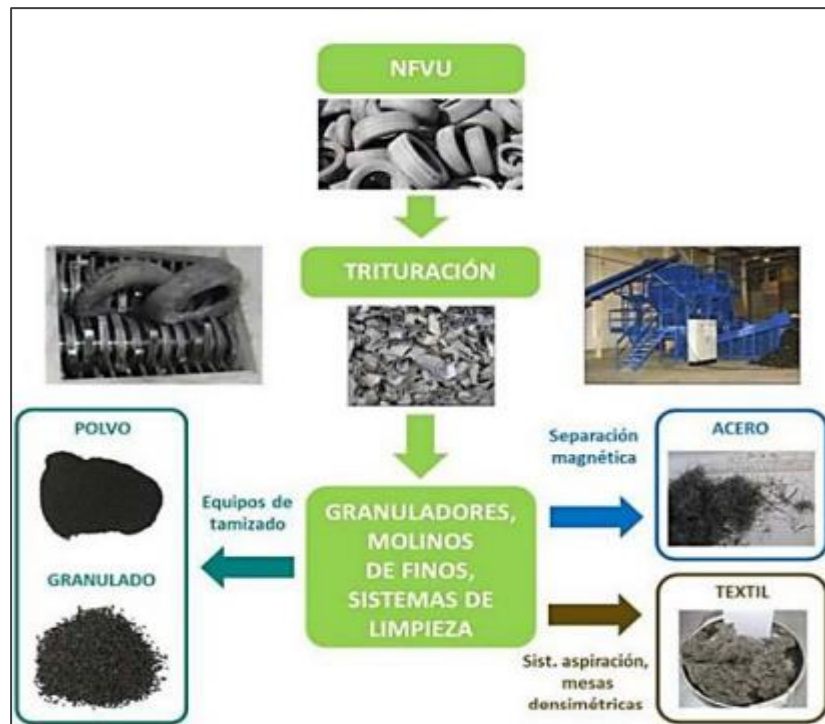


Figura 5: Procesos de los neumáticos.

Fuente: Pérez Aparicio & Sainz Rodríguez

Propiedades Físicas y Mecánicas del adoquín peatonal. La utilización de plásticos de desecho reciclados en el hormigón como reemplazo parcial del agregado tiene un efecto claro sobre las propiedades del material. Por tanto, si este material se va a utilizar en hormigón en grandes cantidades, es importante conocer la relación entre la adición de residuos plásticos reciclados y las propiedades del concreto. Por ello, los adoquines deben cumplir con lo estipulado por las normas técnicas peruana, NTP 399.611, NTP 399.624 y la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, la cual deben cumplir con los requerimientos para así verificar si son adecuados para el uso que se va a diseñar. Tolerancia dimensional del adoquín, de acuerdo a la NTP 399.611, nos muestra que las tolerancias dimensionales del adoquín de concreto que es el ancho, largo y espesor, en la siguiente tabla:

Tabla 7. Tolerancia del adoquín.

Tolerancia del adoquín		
Longitud	Ancho	Espesor
+1.6	+1.6	+3.2

Fuente: Elaboración Propia.

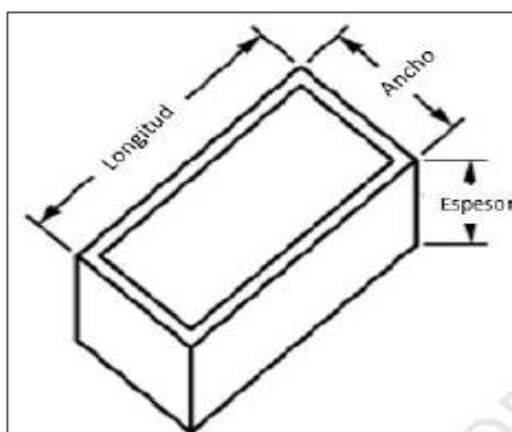


Figura 6: Longitud, ancho y espesor del adoquín.

Fuente: NTP 399.611.

Propiedades Físicas: Absorción. Se deben cumplir con los requisitos que dicta la Norma Técnica Peruana NTP 399.611, la cual nos menciona que el máximo porcentaje para los adoquines de Tipo I y II es de 6% con un promedio de 3 unidades, y de manera individual con 7.5%, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Porcentaje de la absorción.

Tipos de adoquines	Máximo porcentaje de absorción (%)	
	Promedio de 3 unidades	Individual
I y II	6%	7.5%
III	5%	7%

Fuente: Elaboración Propia.

Propiedades Mecánicas. Resistencia a la comprensión. De acuerdo a los parámetros que dicta la Norma Técnica Peruana, la resistencia comprensión

mínima para adoquines peatonales es 320 kg/cm², respecto la tolerancia máximas y mínimas. Contamos con el siguiente gráfico.

Tabla 9. *Espesores nominales y resistencias a la compresión.*

Tipo	Espesor (mm)	Promedio de 3 unidades (kg/cm ²)	Mínimo- unidad (kg/cm ²)
I (peatonal)	40	320	290
	60	320	290
II (Vehicular ligero)	60	420	380
	80	380	340
	100	360	325
III (Vehicular pesado)	80	561	510

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia al desgaste por abrasión. Con respecto a los parámetros mencionados de acuerdo a la NTP 399.625, los ejemplares deben contar con pérdidas de volúmenes no mayores de 15cm³/50cm². Además, la pérdida de espesor promedio no debe exceder a los 3mm.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Según Baptista (2014), indica que la investigación experimental de tipo aplicada es aquel que se busca formar conocimiento aplicando ya sea directamente o a mediano plazo los problemas de la sociedad. Este tipo de investigación es importante ya que utiliza el conocimiento que proviene de una investigación básica (p. 24)⁴⁰.

Asimismo, la presente investigación del presente proyecto es de tipo aplicada, motivo por el cual se desea contribuir y poner en marcha los conocimientos adquiridos sobre el diseño de mezcla, el empleo de aditivos en el adoquín y los antecedentes de otros autores en casos semejantes, con la finalidad de realizar una elección que sea efectiva de un tipo de diseño ideal para el adoquín de concreto peatonal con porcentajes del tereftalato de polietileno y caucho reciclado, de acuerdo a los resultados recibidos del laboratorio y también los métodos de ensayos como resistencia a la compresión, absorción y resistencia al desgaste por abrasión.

3.1.2. Diseño de investigación

Según Baptista (2014), indican que el diseño cuasiexperimental manipula en una variable independiente con el fin de estudiar su resultado en una o más variables dependientes, ya que estos son los grupos intactos que ya están conformados antes del experimento, además, los sujetos no se asignaron al azar ni se emparejaron (p. 151)⁴¹

Asimismo, el presente proyecto se considera como diseño cuasiexperimental, ya que éste manipularán las proporciones de porcentajes de 3%, 4% y 6% de tereftalato de polietileno y 4%, 6% y 8% de caucho reciclado en el diseño de mezcla, con el objetivo de evaluar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal; Asimismo, se subclasifica como cuasiexperimental, ya que el diseño de combinación

de la mezcla que se realizara para el presente proyecto, se ha predefinido por el investigador con 320 kg/cm², utilizando 4 diseños, que dentro de ellas corresponde al adoquín patrón y luego éste se irá adicionando el tereftalato de polietileno en los porcentajes (3%,4% y 6%) por el peso del agregado grueso, esta dosificación han sido elegidos de acuerdo a los diferentes estudios previo de diversos autores como: Fernández, M. (0.25%,0.5% y 0.75%); Jaimes y Torres (5%,7% y 9%) realizados con aditivos como el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en los porcentajes (4%, 6% y 8%) por el peso del agregado fino, esta dosificación se seleccionaron los siguientes autores como: Chavarri y Rubio (3%, 5%, y 7%); Marín C. (3%, 6%, 9%).

3.2. Variable y Operacionalización

Variable independiente 01: Tereftalato de Polietileno

Definición conceptual: Para Johnson (2020), indica que el Tereftalato de polietileno es un material reciclable transparente, de textura ligera y tiene una característica importante en la resistencia mecánica a la compresión, además es una barrera contra los químicos y gases, ya que conserva el aroma y sabor de los alimentos. (p. 2)⁴².

Según Pariguamán (2017), indica que el tereftalato de polietileno es un polímero que se forma al combinar químicamente dos monómeros: etilenglicol modificado y ácido tereftálico purificado. El PET, además se puede modificar adicionalmente con otros polímeros, que lo hace aceptable y se puede utilizar para otros usos, uno de los más comunes es el de las botellas de bebidas, incluidos los refrescos y más. (p. 124)⁴³.

Definición operacional: Las dosificaciones del Tereftalato de polietileno de 3%,4 % y 6% respecto al peso del agregado grueso (arena), empleándose para las 4 muestras preestablecidas, con el objetivo de aumentar la resistencia a la compresión, reducir el porcentaje de absorción, y mejorar la resistencia al desgaste por abrasión.

Variable independiente 02: Caucho reciclado.

Definición conceptual: Según Martín (2015), El caucho natural es un producto natural de látex originada mediante la corteza de tronco en especies vegetales como defensa frente a heridas, y este compuesto por hidrocarburos, proteínas y azúcares de origen vegetal. (p.116)⁴⁴.

Definición operacional: Las dosificaciones del caucho de 4%,6 % y 8% respecto al peso del agregado grueso, empleándose para las 4 combinaciones preestablecidas, con el objetivo de aumentar la resistencia a la comprensión, reducir el porcentaje de absorción, y mejorar la resistencia al desgaste por abrasión.

Variable Dependiente: Propiedades del adoquín peatonal

Definición conceptual: Según Pariguamán (2019), indica que el adoquín de concreto es un componente prefabricado de hormigón simple por un proceso de vibro-compactación en moldes, pueden tener múltiples tamaños y colores cuyo diseño nos permite colocar las piezas de forma simétrica y continua para construir pavimentos o carpetas de rodadura. (p. 11)⁴⁵

Según Guerrini, Crespo y Jurado (2017) estos son utilizado en distintas áreas para su uso de aplicación, ya que representan un resultado único y asequible, debido a su elaboración. Además, nos muestra como resultado de la colocación de esta, la atracción que genera en la aplicación en zonas urbanas como en las carreteras, zona de estacionamientos, también en losas, etc. (p. 53)⁴⁶

Definición operacional: Se ensayaron el plástico reciclado conocido como el tereftalato de polietileno, la cual se implementaron en las propiedades del adoquín peatonal. En esta investigación se realizaron ensayos de absorción, ensayo de resistencia a comprensión y ensayo de resistencia al desgaste por abrasión, con la implementación del 3%, 4% y 6% en Tereftalato de polietileno y 4% 6% y 8% en caucho reciclado, en las 7 muestras en el laboratorio, finalmente los resultados serán obtenidos mediante formatos y fichas técnicas cumpliendo con las NTP.

3.3. Población, Muestra y muestreo.

3.3.1 Población

Para Arias (2012), expresa que: es una característica del conocimiento científico que implica generalizar, es decir extender los resultados de manera que llegue a muchos casos parecidos o de la misma clase de objeto de estudio. Por lo tanto, una investigación tiene como objeto el estudio de un conjunto de elementos ya sea limitado o ilimitado con características similares, la cual darán la misma conclusión, todo esto se denomina población. (p.81)⁴⁷

La población estuvo compuesta por todos los adoquines de concreto de $F'c= 320 \text{ kg/cm}^2$, con dimensiones de 6 cm x 10 cm x 20 cm, que resultaron de todas las pruebas de resistencia al desgaste por abrasión, resistencia a la compresión, y absorción de las diversas combinaciones del agregado de tereftalato de polietileno en los porcentajes de 3%, 4% y 6%, y para el caucho reciclado en porcentajes de 4%, 6% y 8%.

3.3.2 Muestra

Para Chávez (2020), indica que la muestra es aquella representación finita de elementos que constituye el total de la población accesible. Por lo tanto, esta representación tiene características parecidas la cual permite tener una conclusión y generalizarla para los demás elementos de la población con un pequeño margen de error ya conocido. (p.24)⁴⁸

En el presente estudio, la muestra está constituido por muestras de adoquines de 60 mm x 100 mm x 200 mm, según la norma NTP 399.611 del concreto de $F'c=320 \text{ kg/cm}^2$, que estará conformado por el agua, cemento, y arena, al cual se le reemplazará el agregado grueso por tereftalato de polietileno en porcentaje de 3%, 4% y 6% y agregado fino por caucho reciclado en porcentaje de 4% 6% y 8%.

Los porcentajes que se utilizarán para la dosificación del aditivo de tereftalato de polietileno son a base al estudio de Fernández, M. donde planteó dosificar el adoquín de concreto en porcentaje de 0.25%,0.5%y 0.75%; Chávez, G. planteó dosificar el adoquín de concreto en porcentaje

de 5%,10% y 15% y Jaimes y Torres planteó dosificar el adoquín de concreto en porcentaje de 5%,7% y 9%. Asimismo, los porcentajes que se utilizarán para la dosificación del aditivo de caucho reciclado, son a base al estudio de Chavarri y Rubio, donde planteó dosificar el adoquín de concreto en porcentajes de 3%, 5% y 7%, y Marín C. planteó dosificar el adoquín de concreto en porcentajes de 3% 6% y 9%.

En tal sentido, la NTP 399.611 nos indica que se deben utilizar 3 muestras en promedio para realizar cada ensayo; siendo un total de 1 muestra patrón y 3 muestras adicionados con 2 diseños de mezcla en porcentajes de (3%, 4% y 6%) en referencia al tereftalato de polietileno y (4%, 6% y 8%) en referencia al caucho reciclado, y en 2 diferentes tiempos como 7 días, y 28 días, resultando con 84 muestras que serán llevados al laboratorio para obtener las muestras ensayadas con resultados óptimos, por esta razón, la muestra en estudio coincidirá con el diseño de la cantidad en la siguiente tabla N.º 9.

Teniendo las muestras en total de 42 adoquines de 6 cm x 10 cm x 20 cm para los ensayos de la resistencia a compresión con el adoquín de concreto, 21 muestras para los Ensayos de absorción y 21 adoquines de 6 cm x 10 cm x 20 cm para los Ensayos de resistencia al desgaste por abrasión.

Tabla 10. Tabla de diseño de muestras.

DESCRIPCIÓN	PET			CAUCHO RECICLADO		
	COMPRESIÓN	ABSORCION	DESGASTE POR ABRASION	COMPRESIÓN	ABSORCION	DESGASTE POR ABRASION
Muestra sin adición (Grupo de control) = N	(3)7días+ (3) 28 días	(3)	3(28)	0	0	0
Muestra con adición Tereftalato de polietileno 3% y caucho reciclado 4 %	6	3	3	6	3	3
Muestra con adición Tereftalato de polietileno 4% y caucho reciclado 6 %	6	3	3	6	3	3
Muestra con adición Tereftalato de polietileno 6% caucho reciclado 8 %	6	3	3	6	3	3

SUBTOTAL	24	12	12	18	9	9
TOTAL	84					

Fuente: elaboración propia.

3.3.3 Muestreo

Baptista (2019), señala que un muestreo no probabilístico es aquel método de elección en la cual no se conoce la probabilidad que tiene el conjunto de la población para incorporar a la muestra. (p.176)⁴⁹

En consecuencia, esta investigación de muestreo es no probabilístico porque no depende de una estadística, sino el tesista indica el número de ensayos de acuerdo a la NTP 399.611.

El muestreo es una técnica de selección, en el sentido que el muestreo es no probabilístico, ya que no está sometido a una estadística, sino la elección de los investigadores y de sus propias características de la investigación (Norma Técnica Peruana), lo que se deriva al desarrollo en al albedrío del investigador.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Baptista (2014) nos menciona que, se entenderá la técnica de recolección de datos como el desarrollo u obtención de datos de forma particular o información (p. 198)⁵⁰

Es por eso que para el método que se utilizará para recopilar nuestra información será la observación, para verificar los datos pertinentes de la hipótesis y responder las soluciones de las interrogantes formuladas. Así también, la fuente de indagación como pilares teóricos de cada variable abordando fichas bibliográficas, finalmente se tiene como técnica de la cuasi experimentación.

Además, conjuntamente se utilizará y cumplirá las normas propuestas por la normativa NTP 399.611 y NTP 399.624.

Instrumentos de recolección de datos. Para Baptista (2014), nos señala, que los instrumentos de recolección de datos pueden ser cualquier dispositivo, formatos en papel, formato en digital, o también recursos que se utilizan para inspeccionar, anotar, registrar y obtener información (p.199)⁵¹. De esta manera, para que dicha investigación se efectuó los ensayos con el fin de obtener los efectos, se utilizara lo siguiente: La observación, Las fichas del laboratorio, y los ensayos.

Tabla 11. *Ensayos de laboratorio.*

Ensayos	Instrumentos
Ensayo de la resistencia a comprensión.	Ficha del resultado de laboratorio.
Ensayo de la absorción.	Ficha del resultado de laboratorio.
Ensayo de la resistencia al desgaste por abrasión.	Ficha del resultado de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad

Según Baptista (2014), indica que la confiabilidad del instrumento se indica al nivel en que su empleo del objeto produce una acción repetida concluyendo al mismo resultado (p.200)⁵²

Al hablar de la confiabilidad, se refiere a la acción repetida al objeto que se estudiará, la cual al ser analizado arrojará los resultados análogos entre ellos. Dando la seguridad y confianza en los resultados que se obtienes, y los instrumentos aprovechados en el avance de los ensayos, así mismo, se brindara los certificados de calibración de los elementos empleados en el laboratorio.

Validez

Baptista (2014) indica que, se da a entender en líneas generales, al nivel en que un instrumento precisa en realidad la variable que procura medir (p.200)⁵³ Es por eso, que los instrumentos que se utilizara serán sometidos a peritos en el ámbito de la infraestructura vial, en la cual se encargan de verificar y comprobar el contenido del instrumento que se utilizara en esta investigación.

3.5. Procedimientos

Para la realización de los ensayos, se emplearon la cantidad de moldes para los adoquines a realizar según la norma técnica peruana NTP 399.611, en los 7 tipos de diseños que se emplearon, la cual se tuvo una muestra patrón, y sus 6 combinaciones con los aditivos las cuales fueron 3 para el tereftalato de polietileno (3%,4% y 6%) y 3 para el caucho reciclable (4%,6% y 8%) en reemplazo del peso de los agregados; la cual se sometieron al ensayo de absorción, ensayo de resistencia a la compresión y ensayo a la resistencia al desgaste por abrasión, según la Norma Técnica Peruana. Analizándose las mejores muestras de los resultados.

3.6. Método de Análisis de datos

Según Arias (2006). Los datos se estudiarán en conjunto con la hipótesis, la recolección los datos serán obtenidos mediante los instrumentos confiables y viables, que estas serán estructuradas en gráficos y tablas, para su siguiente evaluación y contrastación con la hipótesis. (p.111)⁵⁴

Para la selección de datos, se realizaron mediante con la observación directa con el diseño de mezcla de los adoquines, llegando así a visualizar cada prueba de ensayo de concreto del laboratorio y contando con las anotaciones correspondientes, concluyendo a los resultados, las cuales son contrastados con la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto “Evaluación del Tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores - 2022” se desarrolló con total transparencia, citando a los autores, utilizando normas e indicando los elementos que se tomaron en el presente proyecto, respetando la veracidad de la contrastación de resultados que se obtuvieron mediante los ensayos.

IV. RESULTADOS

Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022.

Ubicación:

Departamento: Lima.

Provincia : Lima.

Distrito : Miraflores.

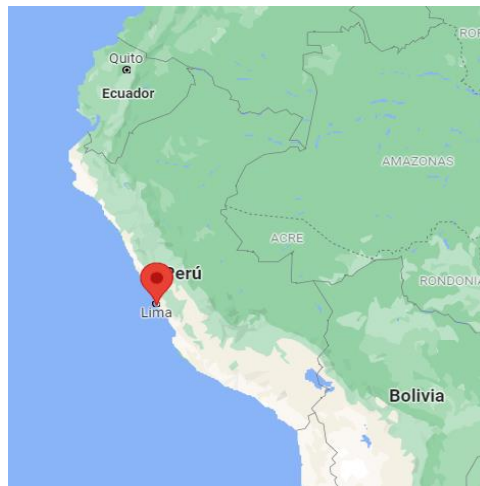


Figura 7: Mapa del Perú.

Fuente: Google Maps.

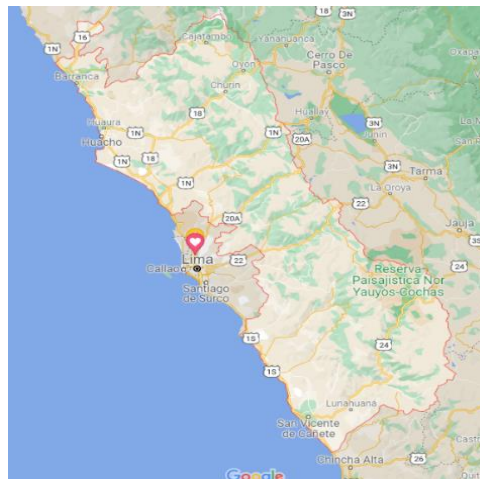


Figura 8: Mapa Región Lima

Fuente: Google Maps.

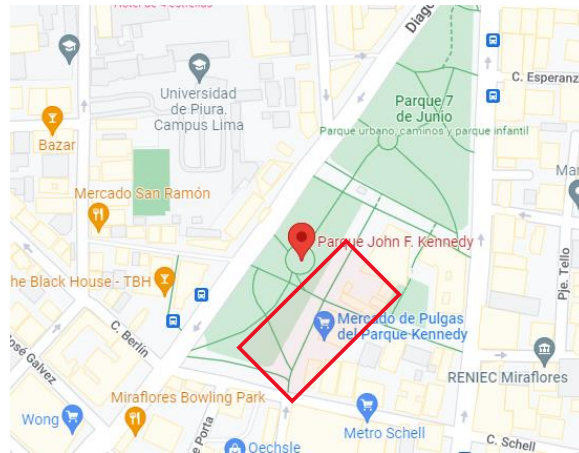


Figura 9: Distrito de Miraflores.

Fuente: Google Maps.

El presente estudio se realizó en el distrito de Miraflores, la cual está ubicado en el cono sur de la ciudad de Lima, en donde se llevó a cabo la recolección de materiales de agregados como el plástico reciclado y el caucho reciclado para efectuar las pruebas granulométricas en el diseño de mezcla. Asimismo, determinar los ensayos de resistencia a compresión, al desgaste por abrasión y ensayo de absorción en relación de los porcentajes, tanto como el tereftalato de polietileno (3%, 4% y 6%) y caucho reciclado (4% 6% y 8%), reemplazando al agregado grueso y al agregado fino respectivamente.



Figura 10: Tereftalato de polietileno

Fuente: Fotografía propia



Figura 11: Caucho reciclado.

Fuente: Fotografía propia.



Figura 12: Granulometría.

Fuente: Fotografía propia.

TRABAJOS EN EL LABORATORIO:

Evaluar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores - 2022

Se realizó los ensayos de granulometría en el laboratorio, lo cual se constataron el contenido de humedad, los pesos específicos de los agregados (agregado grueso, agregado fino, y caucho reciclado), con respecto a la norma internacional ACI 211 y la Norma Técnica Peruana NTP 400.012, para efectuar los ensayos de granulometría y de ese modo realizar la elaboración de los adoquines de concreto con sus respectivos ensayos físicos y mecánicos.

Tabla 12. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Granulometría del agregado Grueso NTP 400.012					
MALLA		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53 mm	60.00	9.02	9.02	90.98
# 4	4.75 mm	240.00	36.09	45.11	54.89
# 8	2.36 mm	180.00	27.07	72.18	27.82
# 16	1.18 mm	120.00	18.05	90.23	9.77
# 30	0.59 mm	60.00	9.02	99.25	0.75
# 50	0.30 mm	5.00	0.75	100.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	100.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	100.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.00	0.00	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

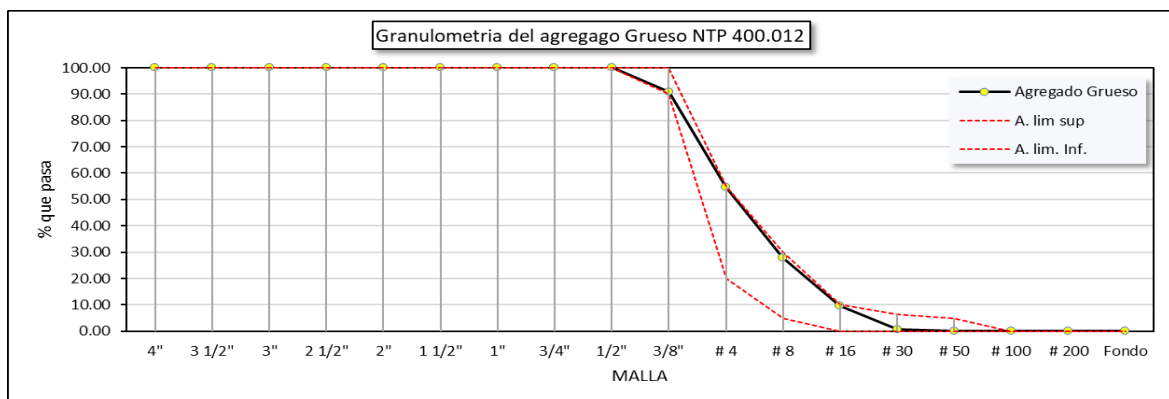


Figura 13: Ensayo granulométrico por tamizado del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. *Análisis de contenido de humedad del agregado grueso.*

Contenido de humedad			
N.º	Datos	Unidad	
1	Peso de la Tara	g	230.5
2	Peso de la muestra seca	g	3040.3
3	Peso muestra húmeda + Tara	g	3366.1
4	Peso muestra seca + Tara	g	3270.8
5	Contenido de humedad	%	3.13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. *Características físicas del agregado grueso.*

Propiedades Físicas	Agregado Grueso
Tamaño máximo nominal	Nº 4
Peso específico de masa seca	2665 kg/m ³
Peso unitario compactado	1695 kg/m ³
Peso unitario suelto	1600 kg/m ³
Absorción %	1.60 %
Contenido de humedad	3.13 %
Módulo de Fineza	5.16

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según lo realizado en el ensayo granulométrico, podemos observar que el tamaño máximo es de 3/8", el tamaño máximo nominal es de #4 y el módulo de fineza es de 5.16, teniendo en cuenta el porcentaje de humedad de 3.13%, y el peso específico aparente de 2671 kg/m², y la absorción de agua es un 1.60 %.

Conclusión: Se puede determinar que el agregado grueso que se utilizó para la elaboración de los adoquines de concreto cumple con los rangos definidos por la NTP 400.012.

Tabla 15. Análisis granulométrico del agregado fino.

Granulometría del agregado Fino NTP 400.012					
MALLA		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
# 4	4.75 mm	33.00	4.85	4.85	95.15
# 8	2.36 mm	95.00	13.97	18.82	81.18
# 16	1.18 mm	161.00	23.68	42.50	57.50
# 30	0.59 mm	192.00	28.24	70.74	29.26
# 50	0.30 mm	72.00	10.59	81.32	18.68
# 100	0.15 mm	90.00	13.24	94.56	5.44
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	94.56	5.44
Fondo	0.01 mm	37.00	5.44	100.0	0.00

Fuente: Elaboración propia.

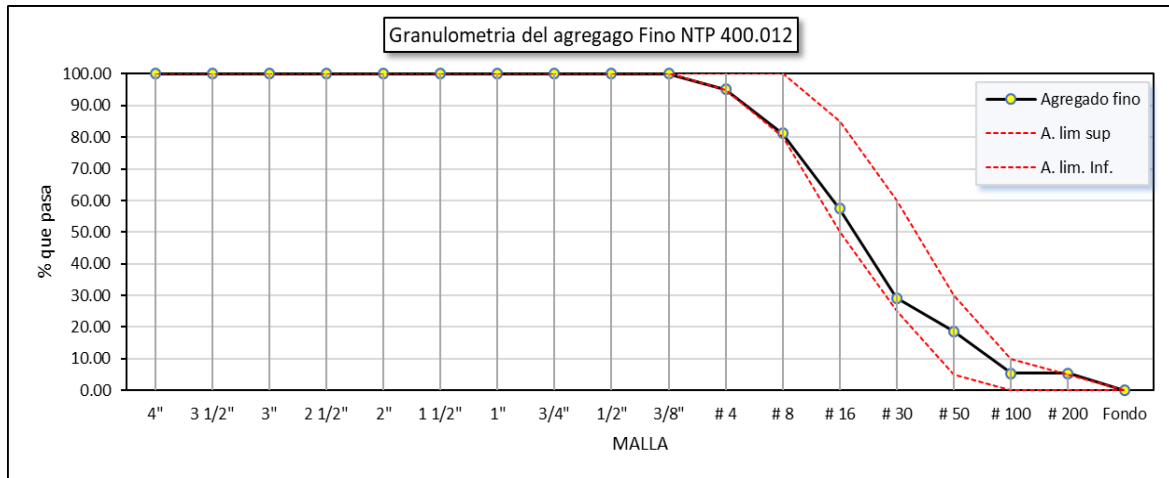


Figura 14: Ensayo granulométrico por tamizado del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Análisis del contenido de humedad del agregado fino.

Contenido de humedad		
Datos	Unidad	
Peso de la Tara	gr	241.6
Peso de la muestra seca	gr	2882.6
Peso muestra húmeda + Tara	gr	3247.1
Peso muestra seca + Tara	gr	3124.2
Contenido de humedad	%	4.26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Características físicas del agregado fino.

Propiedades Físicas	Agregado Fino
Tamaño máximo nominal	-
Peso específico de masa seca	2689 kg/m ³
Peso unitario compactado	1769 kg/m ³
Peso unitario suelto	1641 kg/m ³
Absorción %	1.70 %
Contenido de humedad	4.26 %
Módulo de Fineza	3.13

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Según lo realizado en el ensayo granulométrico, podemos observar que el módulo de fineza es 3.13, y el porcentaje de humedad es 4.26%, asimismo el peso específico de masa aparente es de 2756 kg/m³ y la absorción de agua es 1.70 %.

En conclusión, el agregado fino, que se utilizó en la producción de adoquines cumplen con los rangos definidos por la NTP 400.012.

Dosificación de materiales:

Tabla 18. Valores de diseño para m³ de concreto para la muestra patrón de un adoquín tipo I.

Insumo	Peso específico
Cemento Sol Tipo I	3150 kg/m ³
Agua	1000 kg/m ³
Agregado Grueso	2665 kg/m ³
Agregado Fino	2689 kg/m ³
Aire	3%

Fuente: Elaboración propia.

Se relaciono las dosificaciones del agregado grueso por el tereftalato de polietileno, teniendo en cuenta los porcentajes que reemplazaron al agregado grueso (3%, 4% y 6%), con respecto al diseño patrón.

Tabla 19. Relación de dosificación del agregado grueso por plástico PET.

	Diseño Patrón	Patrón + 3% PET	Patrón + 4% PET	Patrón + 6% PET
--	---------------	-----------------	-----------------	-----------------

Cemento	9.10 kg	9.10 kg	9.10 kg	9.10 kg
Agua	5.4 lt	5.40 lt	5.40 lt	5.40 lt
Ag. Grueso	14.1 kg	13.68 kg	13.54 kg	13.30 kg
PET	0	423 gr	564 gr	840 gr
Ag. Fino	17.85 kg	17.85 kg	17.85 kg	17.85 kg

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, se tuvo la dosificación del agregado fino por el caucho reciclado, teniendo en cuenta los porcentajes que reemplazaron al agregado fino (4%, 6% y 8%), con respecto al diseño patrón.

Tabla 20. *Relación de dosificación del agregado fino por caucho reciclado.*

	Diseño Patrón	Patrón + 4% caucho	Patrón + 6% caucho	Patrón + 8% caucho
Cemento	9.10 kg	9.10 kg	9.10 kg	9.10 kg
Agua	5.4 lt	5.40 lt	5.40 lt	5.40 lt
Ag. Grueso	14.1 kg	14.10 kg	14.10 kg	14.10 kg
Ag. Fino	17.85 kg	17.14 kg	16.78 kg	16.42 kg
Caucho	0	714 gr	1.10 k	1.42 k

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo Específico 1: Especificar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la absorción del adoquín peatonal, Miraflores – 2022.

Los resultados que se obtuvieron al realizar el ensayo de absorción de los adoquines de concreto con medidas de 6cm x 10cm x 20cm adicionado en porcentajes de tereftalato de polietileno (3%, 4% y 6%) y caucho reciclado (4%,6% y 8%) en el Horno digital PT-H76 196L° a 300°C, se muestran en las siguientes tablas. En la siguiente tabla N.º 21 se muestra el ensayo de absorción con diferentes porcentajes de PET:

Tabla 21. *Resultados de ensayo de absorción de muestra patrón y PET.*

ABSORCIÓN (%)				
ENSAYO	PATRON	PET 3%	PET 4%	PET 6%
Ensayo de absorción (%)	5.12%	1.86%	2.01%	2.48%
	5.64%	2.17%	2.55%	0.94%
	4.62%	0.29%	2.28%	3.27%
PROMEDIO DE 3 UNIDADES	5.13%	1.44%	2.28%	2.23%

Fuente: Elaboración propia.

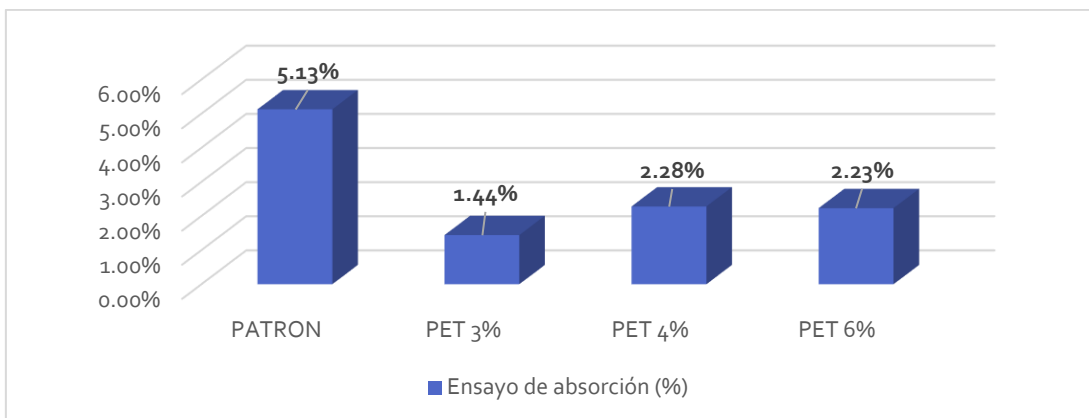


Figura 15: Gráfico comparativo de absorción con adición de PET.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico se puede observar que la muestra patrón obtiene resultados de 5.13% de absorción, pero al adicionar un porcentaje de 3% de PET en reemplazo del agregado grueso este obtiene 1.44% respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 4% de PET en reemplazo del agregado grueso, se obtiene 2.28% con respecto a la muestra inicial, del mismo modo se observa al adicionar un porcentaje de 6% de PET en reemplazo del agregado grueso se obtiene 2.23% respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se analizó que los adoquines de concreto adicionado con PET en los porcentajes de 3% 4% y 6%, cumple de acuerdo a la NTP 399.611 que indica que el porcentaje de absorción debe ser menor del 6%.

Así mismo, en la siguiente tabla N.º 22 se muestra el ensayo de absorción con diferentes porcentajes de caucho reciclado:

Tabla 22. Resultados de ensayo de absorción de muestra patrón y caucho reciclado.

ENSAYO	ABSORCIÓN (%)			
	PATRON	CAUCHO 4%	CAUCHO 6%	CAUCHO 8%
Ensayo de absorción (%)	5.12%	5.12%	3.25%	4.79%
	5.64%	5.64%	3.41%	3.09%
	4.62%	4.62%	5.54%	3.74%
PROMEDIO DE 3 UNIDADES	5.13%	5.13%	4.07%	3.87%

Fuente: Elaboración propia.

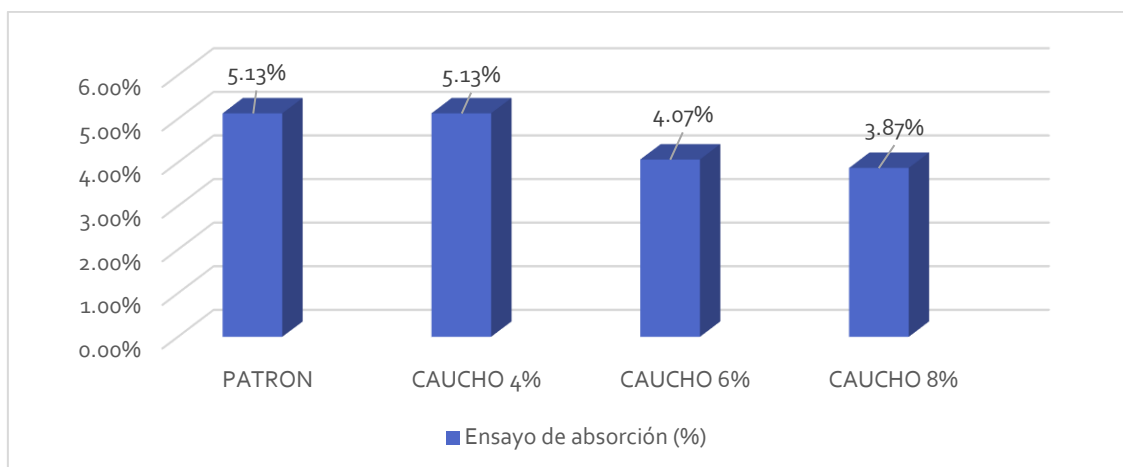


Figura 16: Gráfico comparativo de absorción con adición de caucho reciclado.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico se puede observar que la muestra patrón obtiene resultados de 5.13% de absorción, pero al adicionar un porcentaje de 4% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino este obtiene 5.13% respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 6% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino, se obtiene 4.07% con respecto a la muestra inicial, del mismo modo se observa al adicionar un porcentaje de 8% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino se obtiene 3.87% respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se analizó que los adoquines de concreto adicionado con caucho reciclado en los porcentajes de 4% 6% y 8%, cumple de acuerdo a la NTP 399.611 que indica que el porcentaje de absorción debe ser menor del 6%.

Objetivo Específico 2: Determinar la influencia del tereftalato de polietileno y caucho reciclado en la resistencia a compresión del adoquín peatonal, Miraflores–2022.

Los resultados que se obtuvieron al realizar el ensayo para la resistencia a compresión de los adoquines de concreto con medidas de 6cm x 10cm x 20cm adicionado en porcentajes de tereftalato de polietileno (3%, 4% y 6%) y caucho reciclado (4%,6% y 8%) en edades de 7 y 28 días en la Maquina de ensayo uniaxial Forney MTL TA-1252, se muestran en las siguientes tablas.

En la siguiente tabla N.º 23 se muestra el ensayo de la resistencia a compresión a los 7 días con diferentes porcentajes de PET:

Tabla 23. Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y PET a los 7 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS (PET)				
ENSAYO	PATRON	PET 3%	PET 4%	PET 6%
Ensayo de resistencia a compresión (kg/cm ²)	184	186	183	181
	190	201	198	188
	201	197	193	164
PROMEDIO DE 3 UNIDADES (kg/cm ²)	191.67 kg/cm ²	194.67 kg/cm ²	191.33 kg/cm ²	177.67 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

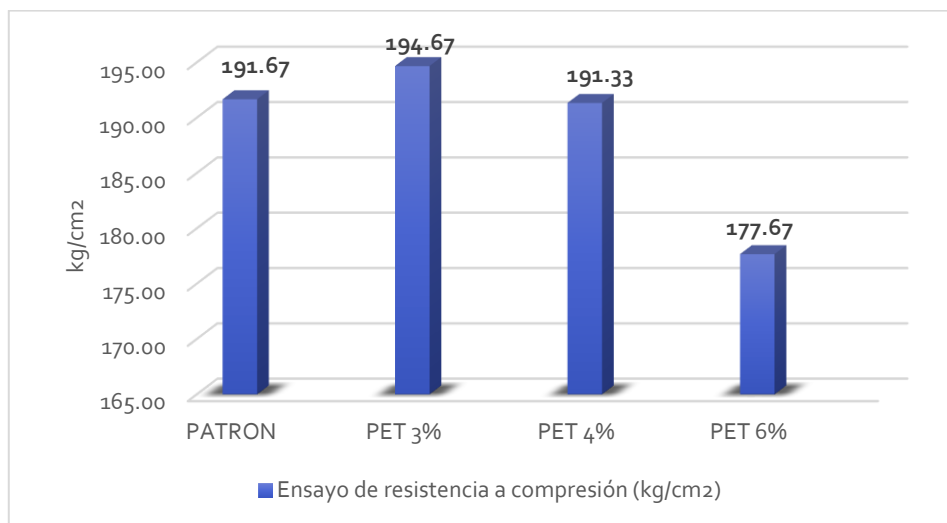


Figura 17: Gráfico comparativo de resistencia a compresión a los 7 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el gráfico se puede observar que a la edad de los 7 días la muestra patrón obtiene una resistencia a compresión de 191.67 kg/cm², pero al adicionar un porcentaje de 3% de PET en reemplazo del agregado grueso este aumenta en 1,57% (164.67 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 4 % de PET en reemplazo del agregado grueso, este disminuye en 0.17% (191.33 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, del mismo modo se observa al adicionar un porcentaje de 6 % de PET este disminuye en un 7.30% (177.67 kg/cm²) respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se determina que la edad de los 7 días para el adoquín peatonal de concreto en reemplazo al agregado grueso adicionado en un porcentaje de 3% de PET se obtuvo una mejora en el ensayo de resistencia a compresión de 194.67 kg/cm², con respecto a la muestra patrón donde se obtuvo 191.67 kg/cm².

Así mismo, en la siguiente tabla N.º 24 se muestra el ensayo de la resistencia a compresión a los 7 días con diferentes porcentajes de caucho reciclado:

Tabla 24. Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y caucho reciclado a los 7 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS (CAUCHO RECICLADO)				
ENSAYO	PATRON	CAUCHO 4%	CAUCHO 6%	CAUCHO 8%
Ensayo de resistencia a compresión (kg/cm ²)	184	151	151	150
	190	159	156	151
	201	165	165	164
PROMEDIO DE 3 UNIDADES (kg/cm ²)	191.67 kg/cm ²	158.33 kg/cm ²	159.33 kg/cm ²	160.33 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

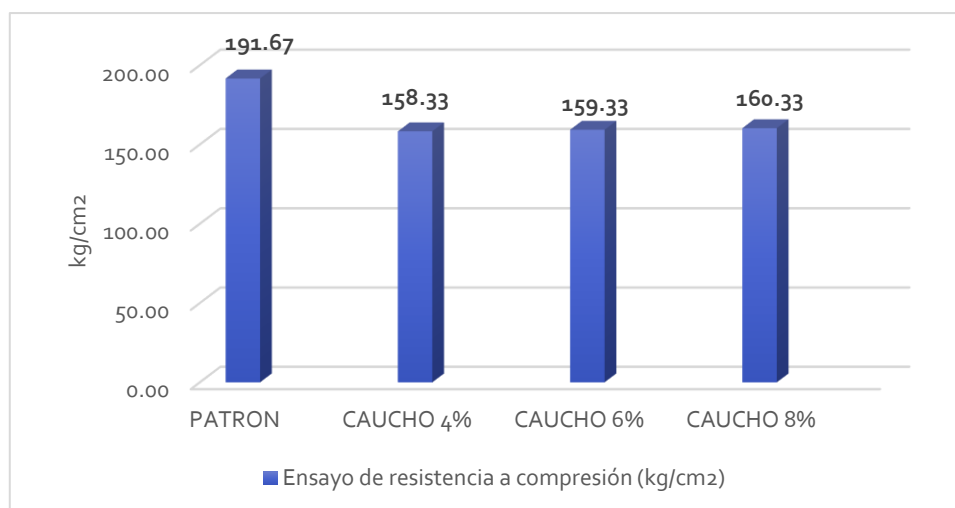


Figura 17: Gráfico comparativo de resistencia a compresión a los 7 días

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico se puede observar que a la edad de los 7 días, la muestra patrón obtiene una resistencia a compresión de 191.67 kg/cm², pero al adicionar un porcentaje de 4% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino este disminuye en 17,39% (158.33 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 6 % de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino, este disminuye en 16.87%(159.33 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, del mismo modo se observa al adicionar un porcentaje de 8 % de caucho reciclado este disminuye en un 16.35% (160.33 kg/cm²) respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se determina que la edad de los 7 días para el adoquín peatonal de concreto ninguna muestra adicionada en distintos porcentajes con caucho reciclado supera a la fuerza de resistencia de la muestra patrón.

En la siguiente tabla N.º 25 se muestra el ensayo de la resistencia a compresión a los 28 días con diferentes porcentajes de PET:

Tabla 25. Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y PET a los 28 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)				
ENSAYO	PATRON	PET 3%	PET 4%	PET 6%
Ensayo de resistencia a compresión (kg/cm ²)	345	293	287	284
	339	292	287	284
	346	293	286	284
PROMEDIO DE 3 UNIDADES (kg/cm ²)	343.33 kg/cm ²	292.67 kg/cm ²	286.67 kg/cm ²	284.00 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

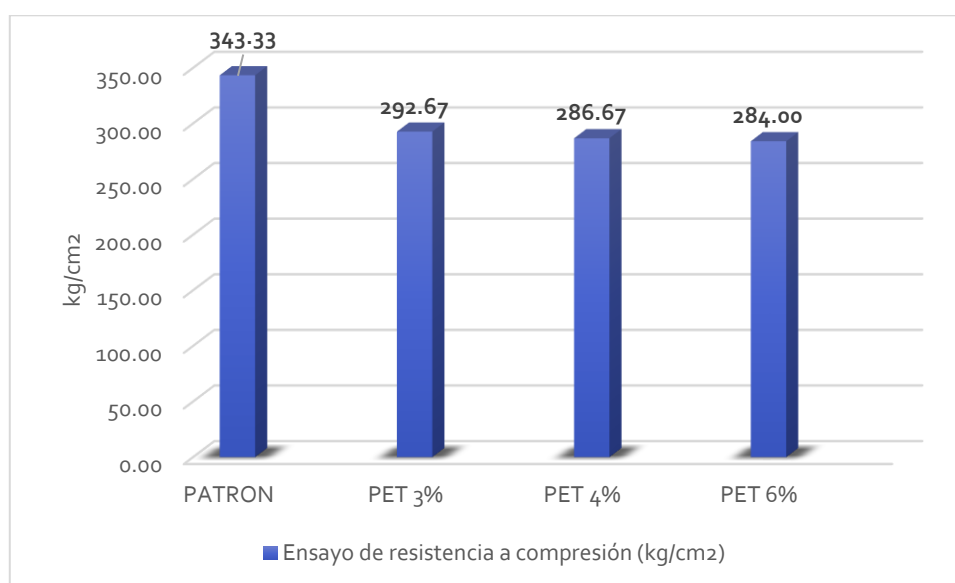


Figura 18: Gráfico comparativo de resistencia a compresión con adición PET a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se puede observar que a la edad de los 28 días, la muestra patrón obtiene una resistencia a compresión de 343.33 kg/cm², pero al adicionar un porcentaje de 3% de PET en reemplazo del agregado grueso este disminuye en 14.76% (292.67 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 4 % de PET en reemplazo del agregado grueso, este disminuye en 16.50% (286.67 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, del mismo

modo se observa al adicionar un porcentaje de 6% de caucho reciclado este disminuye en un 17.28% (284 kg/cm²) respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se determina que la edad de los 28 días para el adoquín peatonal de concreto ninguna muestra adicionada en distintos porcentajes con PET supera a la fuerza de resistencia de la muestra patrón.

En la siguiente tabla N.º 26 se muestra el ensayo de la resistencia a compresión a los 28 días con diferentes porcentajes de Caucho reciclado:

Tabla 26. Resultados de ensayo de resistencia a compresión de muestra patrón y caucho reciclado a los 28 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)				
ENSAYO	PATRON	CAUCHO 4%	CAUCHO 6%	CAUCHO 8%
Ensayo de resistencia a compresión (kg/cm ²)	345	329	343	306
	339	331	345	305
	346	338	350	303
PROMEDIO DE 3 UNIDADES (kg/cm ²)	343.33 kg/cm ²	332.67 kg/cm ²	346.00 kg/cm ²	304.67 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

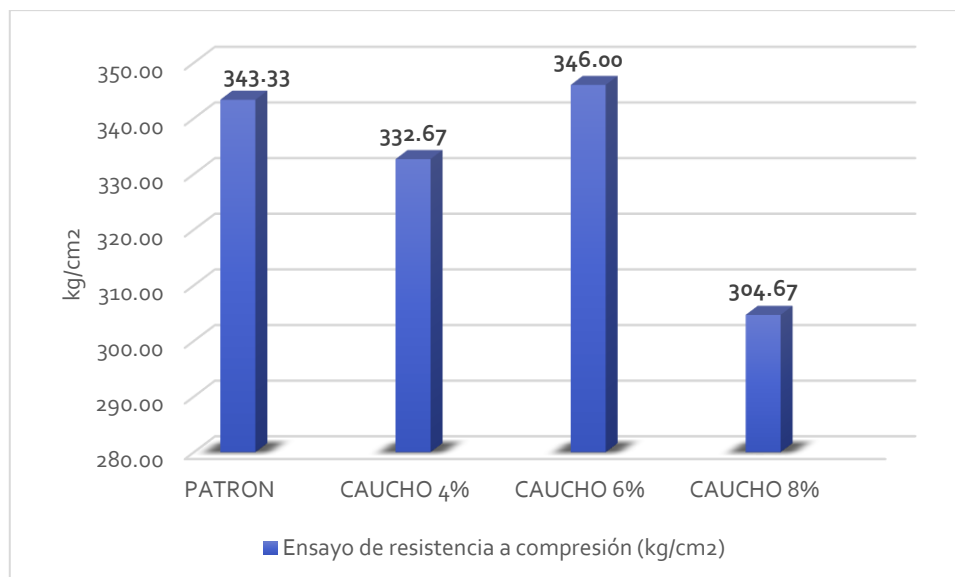


Figura 19: Gráfico comparativo de resistencia a compresión con adición de caucho reciclado a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico se puede observar que a la edad de los 28 días la muestra patrón obtiene una resistencia a compresión de 343.33 kg/cm², pero al adicionar un porcentaje de 4% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino

este disminuye en 3.11% (332.67 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 6% de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino, este aumenta en 0.78% (346 kg/cm²) respecto a la muestra inicial, del mismo modo se observa al adicionar un porcentaje de 8% de caucho reciclado este disminuye en un 11.26% (304.67 kg/cm²) respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se determina que la edad de los 28 días para el adoquín peatonal de concreto en reemplazo al agregado fino adicionado en un porcentaje de 6% de caucho reciclado se obtuvo una mejora en el ensayo de resistencia a compresión de 346 kg/cm², con respecto a la muestra patrón donde se obtuvo 343.33 kg/cm².

Objetivo Específico 3: Indicar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín peatonal, Miraflores- 2022

Los resultados que se obtuvieron al realizar el ensayo de resistencia al desgaste por abrasión, en los adoquines de concreto con medidas de 6cm x 10cm x 20cm adicionado en porcentajes de tereftalato de polietileno (3%, 4% y 6%) y caucho reciclado (4%,6% y 8%) en la edad de 28 días, se muestran en las siguientes tablas.

En la siguiente tabla N.º 27 se muestra el ensayo de resistencia a la abrasión a los 28 días con diferentes porcentajes de PET:

Tabla 27. Resultados de ensayo de resistencia por abrasión de la muestra patrón y PET a los 28 días.

Abrasión de adoquines de concreto adicionado PET				
ENSAYO	PATRON	PET 3%	PET 4%	PET 6%
DESGASTE PROMEDIO (cm ³)	1.80 cm ³	1.19 cm ³	1.61 cm ³	1.54 cm ³

Fuente: Elaboración propia.

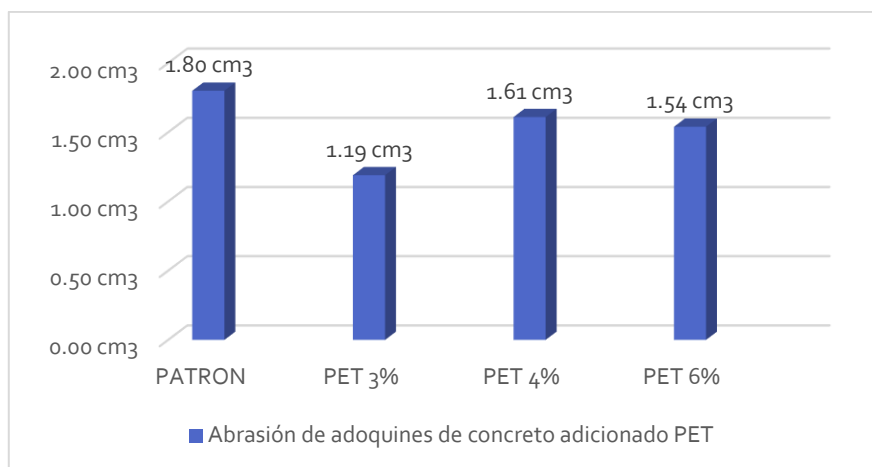


Figura 20: Gráfico comparativo de ensayo de resistencia por abrasión con adición PET a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico se puede observar que a la edad de 28 días, la muestra patrón obtiene una resistencia al desgaste por abrasión de 1.80 cm³, pero al adicionar un porcentaje de 3% de PET en reemplazo del agregado grueso este obtiene 1.19 cm³ respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 4% de PET en reemplazo del agregado grueso, se obtiene 1.61 cm³ con respecto a la muestra inicial, del mismo modo se observa al adicionar un porcentaje de 6% de PET en reemplazo del agregado grueso se obtiene 1.54 cm³ respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se determina a la edad de los 28 días, el adoquín patrón y los porcentajes adicionados de PET en reemplazo del agregado grueso, cumplen de acuerdo a la NTP 399.625, que la pérdida de volumen no debe ser mayor de 15 cm³, la cual están dentro del permitido.

Así mismo, en la siguiente tabla N.º 28 se muestra el ensayo de resistencia al desgaste por abrasión a los 28 días con diferentes porcentajes de caucho reciclado:

Tabla 28. Resultados de ensayo de resistencia por abrasión de la muestra patrón y caucho reciclado a los 28 días.

Abrasión de adoquines de concreto adicionado caucho reciclado				
ENSAYO	PATRON	CAUCHO 4%	CAUCHO 6%	CAUCHO 8%
DESGASTE PROMEDIO (cm ³)	1.80 cm ³	1.45 cm ³	1.66 cm ³	1.96 cm ³

Fuente: Elaboración propia.

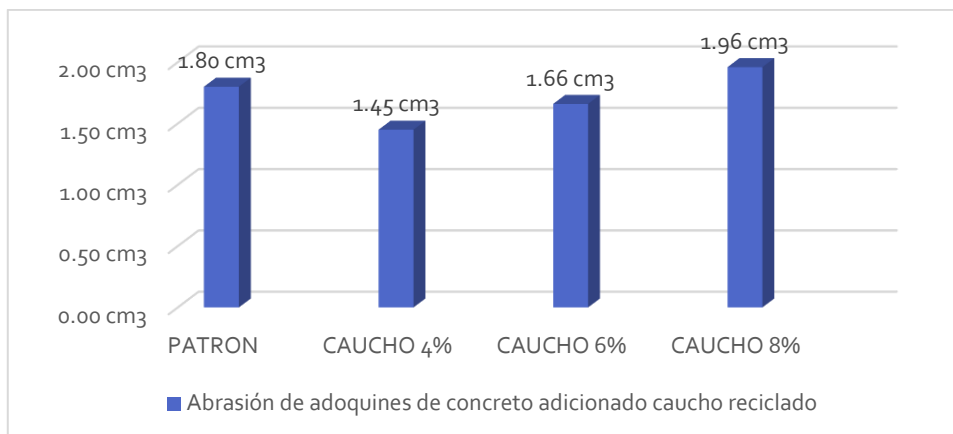


Figura 21: Gráfico comparativo de ensayo de resistencia a la abrasión con adición caucho reciclado a los 28 días

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el gráfico se puede observar que a la edad de 28 días, la muestra patrón obtiene una resistencia al desgaste por abrasión de 1.80 cm³, pero al adicionar un porcentaje de 4% de PET en reemplazo del agregado fino este obtiene 1.45 cm³ respecto a la muestra inicial, así mismo podemos observar que al adicionar un porcentaje de 6% de PET en reemplazo del agregado fino, se obtiene 1.66 cm³ con respecto a la muestra inicial, del mismo modo se observa al adicionar un porcentaje de 8% de PET en reemplazo del agregado fino se obtiene 1.96 cm³ respecto a la muestra inicial.

Conclusión: Se determina a la edad de los 28 días, el adoquín patrón y los porcentajes adicionados de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino, cumplen de acuerdo a la NTP 399.625, que la pérdida de volumen no debe ser mayor de 15 cm³, la cual están dentro del permitido.

V. DISCUSIÓN

Objetivo Específico 1: Especificar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la absorción del adoquín peatonal, Miraflores- 2022

Tereftalato de Polietileno. Antecedente: Liñan (2018), en su investigación utilizó el tereftalato de polietileno como aditivo en proporciones de 5%, 10% y 15% en sustitución de la arena fina, obteniendo mejoras en el ensayo de absorción, ya que sus resultados con las muestras adicionadas variaban desde 2.36 % que es la muestra patrón hasta 4.97 % de la muestra con 15% de PET.

Resultado: Al efectuarse las pruebas de la absorción en el laboratorio con el adoquín sin adición del PET, se obtuvo un 5.13% como resultado y en tanto se incorporó las dosificaciones del PET en 3% (1.44%), 4% (2.28%) y 6% (2.23%) estos aumentaban, teniendo como mejor resultado en su 3% la cual disminuyó el porcentaje de absorción hasta un 1.44 %.

Comparación: Con el tereftalato de polietileno de las referencias se lograron productos favorables ya que disminuían el porcentaje de absorción. Por medio de los ensayos de absorción, se asevera el efecto positivo que tuvo los porcentajes de PET en el adoquín de concreto, ya que disminuyó significativamente la absorción hasta encontrar un óptimo resultado cumpliendo con la NTP.

Caucho Reciclado. Antecedente: Correa y Polo (2019), en su investigación utilizó la ceniza de caña de azúcar como aditivo en porcentajes de 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, obteniendo mejoras en la absorción, las cuales variaban desde 4.42% que es la muestra patrón hasta 2.96 % de la muestra con 15% de ceniza de caña de azúcar, la cual cumplen con lo que indica la norma 399.611.

Resultado: Al llevar a cabo los ensayos de la absorción con el adoquín habitual sin adición del caucho reciclado, su resultado fue de 5.13% y en la medida que se incorporó las dosificaciones del caucho reciclado en 4% (5.13%), 6% (4.07%) y 8% (3.87%) estos disminuían, teniendo como mejor resultado el 8% la cual disminuyó el porcentaje de absorción hasta 3.87%.

Comparación: De acuerdo a los antecedentes, se obtuvieron resultados favorables ya que disminuían el porcentaje de absorción a medida que aumentaba el porcentaje de adición de caña de azúcar. Por medio de los ensayos de absorción,

se afirma la influencia que tuvo los porcentajes el caucho reciclado en el adoquín de concreto, ya que disminuyó significativamente la absorción siendo similares con el antecedente, cumpliendo con la norma técnica peruana.

Objetivo Específico 2: Determinar la influencia del tereftalato de polietileno y caucho reciclado en la resistencia a compresión del adoquín peatonal, Miraflores–2022.

Tereftalato de Polietileno. Antecedente: Acevedo, A y Posada, J. (2017) en su investigación utilizó como agregado el tereftalato de polietileno (PET), con porcentajes de 5%, 10% y 15% y 20%, en sustitución del peso del agregado fino, obteniendo como resultado una reducción del ensayo de resistencia a la compresión, debido a que se obtuvo para la muestra patrón una resistencia de 304.9 kg/cm² de las cuales disminuían con un porcentaje de 5% (293.62 kg/cm²), 10% (267.1 kg/cm²), 15% (262.22 kg/cm²) 20% (251.85 kg/cm²), respecto al peso del agregado fino.

Resultado: Al concretarse las pruebas de resistencia a la compresión con el adoquín sin PET, su resultado fue de 343.33 kg/cm² y en tanto que se incorporó el PET en 3% (292.67 kg/cm²), 4% (286.67 kg/cm²) y 6% (284.00 kg/cm²), los resultados no superaron los 320 kg/cm² del diseño de mezcla por lo tanto ninguno de los modelos cumplió con el aumento de la resistencia a la compresión.

Comparación: Con las dosificaciones de plástico de PET de los antecedentes no se llegó alcanzar resultados favorables puesto que continuamente se redujo la resistencia del ensayo a compresión. Así mismo sucedió en la presente investigación, ya que se observa que tampoco alcanza la resistencia buscada, a pesar de incrementar las dosificaciones de PET, los resultados continuaban descendiendo.

Caucho Reciclado. Antecedente: Chinguel (2019) en su investigación utilizó el caucho reciclado como aditivo en porcentajes de 5%, 10% y 15% en sustitución del agregado fino, obteniendo mejoras en la resistencia a la compresión, las cuales variaban desde el 301.54 kg/cm² hasta 357.38 kg/cm².

Resultado: Al darse los estudios de la resistencia a la compresión con el adoquín sin caucho reciclado, su resultado fue de 343.33 kg/cm² y conforme que se

incorporaba el caucho reciclado en 4% (332.67 kg/cm²), 6% (346.00 kg/cm²) y 8% (304.67 kg/cm²) estos disminuían y aumentaban, teniendo como mejor resultado en 6% la cual aumento su resistencia hasta un 346.00 kg/cm².

Comparación: Con las dosificaciones del caucho reciclado de los antecedentes se obtuvieron resultados favorables ya que aumentaba la resistencia a la compresión. Por medio de los ensayos de la resistencia a la compresión, se afirma la influencia que tuvo los porcentajes de caucho reciclado en el adoquín de concreto, ya que aumentó significativamente la resistencia a la compresión hasta encontrar un óptimo resultado.

Objetivo Específico 3: Determinar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia a compresión del adoquín peatonal, Miraflores-2022. Indicar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín peatonal, Miraflores- 2022

Tereftalato de Polietileno. Antecedente: Liñan (2018), en su investigación utilizó aditivo como el tereftalato de polietileno PET, con porcentajes de 5%, 10% y 15%, directamente a las mezclas de concreto, obteniendo un aumento en la resistencia al desgaste por abrasión hasta 2.5 mm y una reducción de 3.3 mm hasta 3.5mm.

Resultado: Al realizarse los ensayos de desgaste por abrasión con el adoquín de concreto patrón, su resultado fue de 1.80 cm³ y en la medida que se incorporó el PET en 3% (1.19 cm³), 4% (1.61 cm³) y 6% (1.54 cm³) este fue aumentando, teniendo como mejor resultado el 3% ya que se obtuvo mayor resistencia a la abrasión de 1.19 cm³ con respecto al adoquín patrón.

Comparación: Con la dosificación del PET de los antecedentes se obtuvieron resultados favorables hasta el 5%, ya que aumentaban la resistencia al desgaste por abrasión, dado que el volumen de pérdida debe ser menor de 3 mm según lo indica la norma. Por medio de los ensayos de la resistencia al desgaste por abrasión mejoró significativamente cumpliendo con la norma técnica que nos indica que deben ser menos de 15 cm³.

Caucho Reciclado. Antecedente: Cervantes y Pilco (2018), en su investigación utilizó aditivo como el vidrio triturado fino, con porcentajes de 15%, 20%, 25% y

30%, directamente a las mezclas de concreto, obteniendo un aumento en la resistencia al desgaste de las cuales variaban desde 2.60 cm³ hasta 4.61 cm³

Resultado: Al realizar los ensayos de resistencia al desgaste por abrasión con el adoquín patrón, su resultado fue de 1.80 cm³ y en la medida que se incorporó el PET en 4% (1.45 cm³), 6% (1.66 cm³) y 8% (1.96 cm³), teniendo como mejor resultado el 6% ya que se obtuvo mayor resistencia a la abrasión de 1.66 cm³ con respecto al adoquín patrón.

Comparación: De acuerdo con los antecedentes se obtuvieron resultados favorables, ya que aumentaban la resistencia al desgaste por abrasión a medida que aumentaba el porcentaje de vidrio triturado. Por medio de los ensayos de la resistencia al desgaste por abrasión, se afirma la influencia que tuvo los porcentajes de caucho reciclado en el adoquín de concreto ya que mejoró significativamente cumpliendo con la norma técnica teniendo un resultado óptimo.

VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores – 2022.

Objetivo General, Se evaluó que la influencia del tereftalato de polietileno en su diseño del adoquín de concreto mejoran sus características físicas y mecánicas al disminuir el porcentaje de absorción, aumentar la resistencia al desgaste por abrasión, pero no tiene un resultado óptimo respecto a la resistencia de compresión, así mismo se verificó respecto al caucho reciclado como agregado que este obtuvo un resultado favorable referente a todos los ensayos realizados en el laboratorio ya que logro aumentar la resistencia a compresión, disminuyo el porcentaje de absorción y aumento la resistencia por desgaste de abrasión.

Objetivo específico 1, Se decreto que la dependencia del porcentaje de PET para los ensayos de absorción disminuyen significativamente de 3.69% del porcentaje de absorción, de la cual, el patrón que se obtuvo en 5.13% este paso a 1.44% mediante la incorporación de 3% de PET; del mismo modo, se dispuso que la dependencia del porcentaje de caucho reciclado para los ensayos de absorción, se obtuvo la disminución de 1.26%, pasando del 5.13% del adoquín patrón a 3.87% mediante la incorporación del 8% de caucho reciclado. Por lo tanto, teniendo en cuenta la influencia del tereftalato y el caucho reciclado mejora las propiedades físicas, la cual queda totalmente comprobado.

Objetivo específico 2, No se obtuvo resultados favorables sobre la dependencia del Tereftalato de polietileno en los ensayos de resistencia a la compresión, debido a que influenciaron en la disminución de la resistencia, disminuyendo de 343.33 kg/cm² del diseño patrón de PET a 284 kg/cm² de la incorporación de 6% de PET. Por lo tanto, la influencia del tereftalato de polietileno es negativa, de acuerdo a los porcentajes planteados, respecto al ensayo de resistencia a compresión. Así también, se demostró que los porcentajes del caucho reciclado en los ensayos de resistencia a compresión, aumento 2.67%, pasando de 343.33 kg/cm² del adoquín patrón hasta 346 kg/cm² de adición de 6% de caucho reciclado. Por lo tanto, la influencia del caucho reciclado en la mejora, está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, con respecto a la resistencia a compresión queda totalmente comprobada.

Objetivo específico 3, Se estableció la dependencia del porcentaje de PET para los ensayos de resistencia al desgaste por abrasión, se obtuvo una disminución de 0.14 cm^3 , del patrón se obtuvo 1.8 cm^3 pasando a 1.19 cm^3 mediante la incorporación de 3% de PET; Así mismo, se dio a conocer que la dependencia del porcentaje de caucho reciclado para los ensayos de resistencia al desgaste por abrasión, se obtuvo la disminución de 0.14 cm^3 , pasando del 1.8 cm^3 del adoquín patrón a 1.66 cm^3 mediante la incorporación del 6% de caucho reciclado. Por lo tanto, teniendo en cuenta la influencia del tereftalato y el caucho reciclado mejora las propiedades físicas, la cual queda totalmente comprobado.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo 1: En la presente investigación, al realizar los ensayos de absorción y elegirse los porcentajes de 3%, 4% y 6% de adición de PET en reemplazo al agregado grueso, se pudo determinar que en todos ellas se logró el aumento del porcentaje de absorción; asimismo, para una futura investigación se recomienda disminuir el valor del 3% para verificar si cumplen de acuerdo a la norma y encontrar un resultado óptimo. Además, al realizarse los ensayos de absorción en porcentajes de 4%, 6% y 8% de adición de caucho reciclado en reemplazo del agregado fino, en todos ellos se logró la disminución del % de absorción, así mismo, para la continuar con la investigación se recomienda comprobar con porcentajes mayores a 8%, para obtener el % de absorción óptimo que disminuya su valor a cero.

Objetivo 2, en la presente investigación, al elegirse los porcentajes de 3%, 4% y 6% de adición de PET en reemplazo del agregado grueso, no obtuvieron la resistencia a compresión adecuada a medida que aumentaba los porcentajes, por lo que recomendamos disminuir el PET en cantidades menores del 3% hasta obtener la resistencia a compresión adecuada. Por otro lado, se eligieron porcentajes de 4% 6% y 8% en adiciones de caucho reciclado la cual se obtuvieron el incremento de la resistencia a compresión, pero al incrementar hasta el 8% la resistencia disminuyó menos que la muestra patrón, por lo tanto, recomendamos emplear la adición de caucho reciclado hasta el 6% de la cual producirá una carga máxima de 346 kg/cm².

Objetivo 3, en la presente investigación, al elegirse los porcentajes de 3%, 4% y 6% de adición de PET en reemplazo del agregado grueso, obtuvieron la resistencia al desgaste por abrasión adecuada a medida que aumentaba los porcentajes, por lo que recomendamos aumentar el PET en cantidades mayores del 6 % hasta encontrar el valor tope para verificar si aumenta la resistencia al desgaste por abrasión. Por otro lado, se eligieron porcentajes de 4% 6% y 8% en adiciones de caucho reciclado la cual se obtuvieron el incremento de la resistencia al desgaste por abrasión, pero al incrementar hasta el 8% la resistencia disminuyó menos que la muestra patrón, por lo tanto,

recomendamos emplear la adición de caucho reciclado hasta el 6% de la cual se obtiene una resistencia al desgaste por abrasión de 1.66 cm³.

REFERENCIAS

1. FLORES, P. (2020). La problemática del consumo de plásticos durante la pandemia de la covid-19. *South Sustainability*, p.2. DOI: 10.21142/SS-0102-2020-016. Disponible en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/download/733/750>
2. LUIS, A.; RENDON, N. y KORODY, M. Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) - cemento. *Rev. Fac. Ing. UCV* [online]. 2008, vol.23, n.1 [citado 2021-11-19], pp.76-86. ISSN: 0798-4065. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100006&lng=es&nrm=iso.
3. MARTIN G. Á. (2015). Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica. p. 11. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55735/MART%C3%8DN%20-%200Aplicaci%C3%B3n%20del%20caucho%20reciclado%20como%20soluci%C3%B3n%20constructiva%20ecol%C3%B3gica.pdf?sequence=1>
4. TURPO MAMANI, S. Reciclado de plástico (PET) para la elaboración de adoquín mediante el proceso de extrusión [en línea]. Tesis (Titulación en Ingeniería Ambiental). Juliaca: Repositorio de la Universidad Peruana Unión, 2019. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2022]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2116/Sirly_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y4
5. AGUILAR, M. y MAMARANDI, J. Incidencia de la adición de la ceniza volcánica en las propiedades físico-mecánicas del adoquín. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador. 2020. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21904>
6. CORREA, L. y POLO, H. Influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano, Trujillo 2019. Tesis (licenciatura). Trujillo: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. (2019). Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/23400>

7. WIKU, K., N and DENNY, R. Utilización de residuos plásticos de tereftalato de polietileno (PET) como alternativa de agregado grueso en adoquines. [en línea], 2019. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021]. ISSN: 04007. Disponible en:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22382/1/TESIS%20BLOQUE%20PET.pdf>
8. IBRAHIM, A., ROSZILAH, H. SITI, O., ABDULKADER, A., Utilización de residuos plásticos de polipropileno y polietileno tereftalato como agregados alternativos para producir concreto liviano: una revisión. Agosto de 2016, N°8. [Fecha de consulta: 29 de setiembre de 2021]. ISSN: 1165-1173. Disponible en:
<https://www.semanticscholar.org/paper/Utilizing-waste-plastic-polypropylene-and-as-to-A-AlfahdawiOsman/1b9037d2671687726251e1f506a5dbaccd432d45>
9. CHAVEZ, S., OSORIO, E., MOLANO, C., OSPINA, M. y LIZARAZO, J., Technical and economic comparison between recycled plastic and hydraulic concrete pavers. Agosto de 2016, N°41. [Fecha de consulta: 28 de setiembre de 2021]. ISSN: 0798-1015. Disponible en:
<https://www.revistaespacios.com/a20v41n21/20412124.html>
10. BENAVIDES, J. Elaboración de adoquines flexibles a partir de fibra de caucho de neumaticos reciclados para revestimientos de pisos. 2019. Universidad Tecnica de Ambato- Ecuador. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30150>
11. MARIN C. Evaluacion de las propiedades fisico-mecanicas del adoquin 6 tipo III, reemplazando el agregado fino por caucho reciclado, Cusco 2019. Universidad andina del Cusco- Cusco .Disponible en:
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3996>
12. CERVANTES Y PILCO. Determinar la influencia de la adición de vidrio tipo sodo calcico molido y triturado en las propiedades mecanicas del adoquin de concreto tipo I y II para pavimentos en la ciudad de Arequipa. 2020. Universidad Catolica de Santa Maria. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53492>

13. CHINGEL, R. y FLORES, J. Adoquin con adición de caucho granulado reciclado para lograr un adecuado comportamiento al esfuerzo de compresión, Moyobamba, 2019. Universidad Cesar Vallejo- Moyobamba. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48462>
14. CHAVARRI, C. y RUBIO, J. Efecto del caucho reciclado en la resistencia a compresión en adoquines de concreto diseñados para pavimentos articulados. 2020. Universidad Cesar Vallejo- Trujillo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53492>
15. FERNANDEZ, M. Análisis de las características físicas-mecánicas del adoquín con polietileno reciclado y adoquín convencional Tipo I. Tesis (Título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de ingeniería, 2019, 91 pp. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/923/MISAEEL%20FERNANDEZ%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. LIÑAN, J. y AIVAREZ, L. Diseño de adoquines de concreto con incorporación del PET para vías vehiculares de tránsito ligero en el distrito de El Agustino - 2018. Universidad Cesar Vallejo- Lima. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39110>
17. ACEVEDO JARAMILLO, A y POSADA FRANCO, J. Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* [en línea]. 2018, enero-junio 2019, 18 (34) [Fecha de consulta: 15 de junio 2022]. ISSN 2248-4094. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v18n34/1692-3324-rium-18-34-45.pdf>
18. JAIMES L, TORRES, K. Aprovechamiento del grano de caucho reciclado para la elaboración de adoquines ecológicos como una nueva alternativa a la industria constructiva. *Revista Politécnica* [en línea]. 2019, 15 (29), 33-43 [fecha de Consulta 4 de Octubre de 2021]. ISSN: 1900-2351. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=607866916003>
19. AGYEMAN, S., OBENG-AHENKORA, N.K., ASSIAMAH, S. TWUMASI, G. Exploiting recycled plastic waste as an alternative binder for paving blocks

production [en línea]. 6 de mayo de 2019. N°2 [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/333025482_Exploiting_recycled_plastic_waste_as_an_alternative_binder_for_paving_blocks_production

ISSN: 020015-6

20. PARIGUAMÁN, A. (2017). Correlación entre las propiedades mecánicas de los adoquines fabricados con agregados reciclados y adoquines convencionales. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017. p.11. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12021>
21. VILA, P.; PEREYRA, M. y GUTIERREZ, A. (2019). Resistencia a la compresión de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquín. Rev. ALCONPAT [en línea] 29 de septiembre de 2017, n° 3. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v7n3/2007-6835-ralconpat-7-03-247.pdf>
ISSN 2007-68385
22. POVEDA, R.; GRANJA, M.; HIDALGO, D. y ÁVILA, C. (2019). Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. Revista Politécnica [en línea] 3 de febrero de 2015, n° 3. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. p. 2. Disponible en: https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/413/pdf
23. GUERRINI, G.; CRESPO, R. y JURADO, R. Uso de cementos fotocatalíticos para vías urbanas con altos volúmenes de tráfico. Revista técnica de la asociación española carretera [en línea] 20 de octubre de 2017, p.53. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. ISSN 0212-6389. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gian_Luca_Guerrini/publication/317764867_Use_of_photocatalytic_cements_on_urban_roads_with_high_traffic_volumes/links/59ea03fdaca272cdddb6fde/Use-of-photocatalytic-cements-on-urban-roads-withhigh-traffic-volumes.pdf
24. DI MARCO, R. Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales. Rev.

Esaica [en línea]. Junio 2015, vol.1, n°1. p. 32 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/296622415_Disenoy_elaboracion_de_un_sistema_de_adoquines_de_bajo_costo_y_material_reciclado_para_construcciones_en_nucleos_rurales

ISSN:2422-4650

25. ECHAVEGUREN, T. Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. Academia.edu. (n.d.) [en línea]. Chile: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. 2013. p. 23. Disponible en: https://www.academia.edu/36077391/Manual_de_Disen_o_de_Pavimentos_de_Adoquines_de_Hormigon

26. NORMA TÉCNICA PERUANA. (2015). NTP 399.611. p. 6 Disponible en: <https://es.scribd.com/document/389962121/NTP-399-611-2015>

27. ECHAVEGUREN, T. Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. Academia.edu. (n.d.) [en línea]. Chile: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. 2013. p. 13. Disponible en: https://www.academia.edu/36077391/Manual_de_Disen_o_de_Pavimentos_de_Adoquines_de_Hormigon

28. DI MARCO, R. Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales. Rev. Esaica [en línea]. Junio 2015, vol.1, n°1. p. 32. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/296622415_Disenoy_elaboracion_de_un_sistema_de_adoquines_de_bajo_costo_y_material_reciclado_para_construcciones_en_nucleos_rurales

ISSN:2422-4650

29. ECHAVEGUREN, T. Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. Academia.edu. (n.d.) [en línea]. Chile: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. 2013. p. 23. Disponible en: https://www.academia.edu/36077391/Manual_de_Disen_o_de_Pavimentos_de_Adoquines_de_Hormigon

30. DI MARCO, R. Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales. Rev.

Esaica [en línea]. Junio 2015, vol.1, n°1. p. 33. ISSN:2422-4650. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/296622415_Diseño_y_elaboración_de_un_sistema_de_adoquines_de_bajo_costo_y_material_reciclado_para_construcciones_en_núcleos_rurales

31. ZAVALA, Guillermo. Diseño experimental de materiales modulares de construcción utilizando plásticos reciclado como agregado. Revista Tecnológica: Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE [en línea] 4 de febrero de 2018, n° 06. p. 25 [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/47264827.pdf> ISSN 2072-568X
32. DI MARCO, R. Diseño y Elaboración de un Sistema de Adoquines de Bajo Costo y Material Reciclado para Construcciones en Núcleos Rurales. Rev. Esaica [en línea]. Junio 2015, vol.1, n°1. p. 33. ISSN:2422-4650. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/296622415_Diseño_y_elaboración_de_un_sistema_de_adoquines_de_bajo_costo_y_material_reciclado_para_construcciones_en_núcleos_rurales
33. CASTRO, G. (2008). MATERIALES Y COMPUESTOS PARA LA INDUSTRIA DEL NEUMATICO. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA F.I.U.B.A. p. 19. Disponible en: https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
34. Martín G., Á. (2015). Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica. p. 11. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55735/MART%C3%8DN%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20del%20caucho%20reciclado%20como%20soluci%C3%B3n%20constructiva%20ecol%C3%B3gica.pdf?sequence=1>
35. CASTRO, G. (2008). MATERIALES Y COMPUESTOS PARA LA INDUSTRIA DEL NEUMATICO. DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA F.I.U.B.A. p. 12. Disponible en: https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf

36. MARTÍN G., Á. (2015). Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica. p. 14. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55735/MART%C3%8DN%20-%200Aplicaci%C3%B3n%20del%20caucho%20reciclado%20como%20soluci%C3%B3n%20constructiva%20ecol%C3%B3gica.pdf?sequence=1>
37. CASTRO, G. (2008). Materiales y compuestos para la industria del neumático. departamento de Ingeniería Mecánica f.i.u.b.a. p. 2. Disponible en: https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Numatico.pdf
38. CHAVEZ MORE, F. B. (2018). Comparación en laboratorio de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con caucho producidas mediante el proceso húmedo, seco y semihúmedo. Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Madrid. p. 7. Disponible en: https://oa.upm.es/54190/1/TFM_FRANCISCO_BENJAMIN_CHAVEZ_MORE.pdf
39. LUNA MOROCHO, P. M. Estudio de la aplicación potencial de compuestos obtenidos con residuos de caucho reciclado provenientes de continental tire andina como materiales estructurales. Universidad Politécnica Salesiana. 2013. p. 71. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5150/1/UPS-CT002730.pdf>
40. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mcgraw-hill/ interamericana editores, 2014. Pág 24. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
41. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mcgraw-hill/ interamericana editores, 2014. Pág 151. ISBN: 978-1-4562-2396-0
42. JOHNSON, T. Tereftalato de polietileno. 27 de agosto de 2020. p.2. Disponible en: <https://www.thoughtco.com/what-is-polyethylene-terephthalate-820354>
43. PARIGUAMÁN, A. Correlación entre las propiedades mecánicas de los adoquines fabricados con agregados reciclados y adoquines convencionales.

Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017. p.124. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12021>

44. Martín G., Á. Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica, 2015. p. 116. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55735/MART%C3%8DN%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20del%20caucho%20reciclado%20como%20soluci%C3%B3n%20constructiva%20ecol%C3%B3gica.pdf?sequence=1>
45. PARIGUAMÁN, A. (2017). Correlación entre las propiedades mecánicas de los adoquines fabricados con agregados reciclados y adoquines convencionales. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017. p.11. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12021>
46. GUERRINI, G.; CRESPO, R. y JURADO, R. Uso de cementos fotocatalíticos para vías urbanas con altos volúmenes de tráfico. Revista técnica de la asociación española carretera [en línea] 20 de octubre de 2017, p.53. [fecha de consulta: 27 de septiembre de 2019]. ISSN 0212-6389. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Gian_Luca_Guerrini/publication/317764867_Use_of_photocatalytic_cements_on_urban_roads_with_high_traffic_volumes/links/59ea03fdaca272cdddb6fde/Use-of-photocatalytic-cements-on-urban-roads-withhigh-traffic-volumes.pdf
47. ARIAS, F. El proyecto de investigación. 6° ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. 81 pp. ISBN 980-07-8529-9. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
48. CHAVEZ MORE, F. B. (2018). Comparación en laboratorio de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con caucho producidas mediante el proceso húmedo, seco y semihúmedo. Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Madrid, p.24. Disponible en: https://oa.upm.es/54190/1/TFM_FRANCISCO_BENJAMIN_CHAVEZ_MORE.pdf

49. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mcgraw-hill/ interamericana editores, 2014. p.176. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
50. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mcgraw-hill/ interamericana editores, 2014. p.198. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
51. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mcgraw-hill/ interamericana editores, 2014. p.199. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
52. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mcgraw-hill/ interamericana editores, 2014. p.200. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
53. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mcgraw-hill/ interamericana editores, 2014. p.200. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
54. ARIAS, F. El proyecto de investigación. 6° ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012. p.111. ISBN 980-07-8529-9. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título: Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores-2022.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
P. General	O. General	H. General						<p>Método: Científico.</p> <p>Tipo de investigación: Tipo Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativa.</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental. (cuasi)</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Población: Todos los adoquines en el laboratorio.</p> <p>Muestra: 42 muestras de ensayo de resistencia a compresión. 21 muestras de ensayo de resistencia por abrasión. 21 muestras de ensayo de absorción.</p> <p>Muestreo:</p>
¿De qué manera el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado influye en las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores - 2022?	Evaluar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores - 2022	La incorporación del Tereftalato de Polietileno y el caucho reciclado mejora las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022	V. Independiente	Tereftalato de Polietileno	Dosificación Por peso del agregado grueso	3%.	Ficha de recolección de datos. Anexo 3-A	
						4%	Ficha de recolección de datos. Anexo 3-A	
						6%	Ficha de recolección de datos. Anexo 3-A	
				Caucho reciclado	Dosificación Por peso del agregado fino	4%	Ficha de recolección de datos. Anexo 3-A	
						6%	Ficha de recolección de datos. Anexo 3-A	
						8%	Ficha de recolección de datos. Anexo 3-A	
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico						
¿Cuánto influye el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la absorción del adoquín peatonal, Miraflores - 2022?	Especificar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la absorción del adoquín peatonal, Miraflores - 2022	La incorporación del Tereftalato de Polietileno y el caucho reciclado disminuye la absorción en el adoquín peatonal, Miraflores - 2022	V. Dependiente	Propiedades del adoquín peatonal	Propiedades Físicas	Absorción (%)	Ficha resultado de laboratorio Según NTP 399.611 Anexo 3-D	

adoquín peatonal, Miraflores - 2022?	comprensión del adoquín peatonal, Miraflores - 2022	comprensión en el adoquín peatonal, Miraflores - 2022.						No probabilístico. Técnica: Observación directa.
¿Cuánto influye el tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín peatonal, Miraflores - 2022?	Indicar la influencia del tereftalato de polietileno y el caucho reciclado en la resistencia al desgaste por abrasión del adoquín peatonal, Miraflores - 2022.	La incorporación del Tereftalato de Polietileno y el caucho reciclado aumenta la resistencia al desgaste por abrasión en el adoquín peatonal, Miraflores - 2022			Propiedades Mecánicas	Resistencia al desgaste por abrasión (cm ³)	Ficha resultado de laboratorio Según NTP 399.624 Anexo 3-F	Instrumento de la Observación: Todos los Ensayos realizados.

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.

Título: Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores-2022.

VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
V. Independiente	Tereftalato de Polietileno	Según Susnavas D. (2017), el tereftalato de polietileno es un polímero termoplástico, producido por la polimerización del etilenglicol con ácido tereftálico. Forma parte del grupo de poliésteres, puede no tener forma o parcialmente cristalizado de la cual depende de la velocidad de enfriamiento después del conformado	El Tereftalato de polietileno reemplaza en forma proporcional al agregado grueso en dosificaciones del 3%, 4% y 6% respecto al peso del agregado grueso, empleándose para ello 04 combinaciones de mezcla: N, N+3%, N+4% y N+6%, con el objetivo de mejorar las propiedades del adoquín peatonal	Dosificación Por peso de Agregado Grueso	3%	Razón
					4%	
					6%	
	Caucho Reciclado	Según Martín G. (2015), el caucho natural es un material natural de látex que se origina mediante la corteza de tronco en las especies vegetales como defensa frente a heridas, y este compuesto por hidrocarburos, proteínas y azúcares de origen vegetal.	El caucho reciclado reemplaza en forma proporcional al agregado fino en dosificaciones del 4%, 6% y 8% respecto al peso del agregado fino (arena), empleándose para ello 04 combinaciones de mezcla: N, N+4%, N+6% y N+8%, con el objetivo de mejorar las propiedades del adoquín peatonal	Dosificación Por peso del agregado fino	4%	Razón
					6%	
					8%	
V. Dependiente	Propiedades del adoquín peatonal	Según PARIGUAMÁN (2017), El adoquín es un elemento prefabricado de hormigón simple a través de un proceso de vibro-compactación en moldes, pueden tener multitud de tamaños y colores cuyo diseño permite la colocación de piezas en forma continua y simétrica para formar pavimentos o carpetas de rodadura.	La mezcla se combina con tereftalato de polietileno, para que mejore las propiedades físicas y mecánicas del adoquín peatonal, para todos estos casos se miden su calidad mediante ensayos de laboratorio para el aumento de la resistencia a la comprensión, al incremento a la resistencia al desgaste por abrasión y reducir el porcentaje de absorción del adoquín peatonal con la implementación del 3%, 4% y 6% en PET y 4% 6% 8% en Caucho reciclado, en las 7 muestras en el laboratorio, finalmente los resultados serán obtenidos mediante formatos y fichas técnicas cumpliendo con las NTP.	Propiedades Físicas	Absorción (%)	Razón.
				Propiedades Mecánicas	Resistencia a la comprensión (kg/cm ²)	Razón.
				Propiedades Mecánicas	Resistencia al desgaste por abrasión (cm ³)	Razón.

Anexo 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo 3-A: Ficha de recolección de datos- Dosificación de tereftalato de polietileno.

“Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022.

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Ayala Palomino, Marita Isabel

Tesista 02: Machuca Meléndez, Jorge

Fecha: Lima, 16 de noviembre de 2021.

Parte B: Dosificación del tereftalato de polietileno

3%	
4%	
6%	

Tesis 1: Fernández M. (2019) Dosificación de tereftalato de polietileno: **0.25%, 0.50%, 0.75%**

Tesis 2: Chávez G. (2020) Dosificación de tereftalato de polietileno: **5 %, 10%, 15%**

Tesis 3: Jaimes L. y Torres K. (2019) Dosificación de tereftalato de polietileno: **5 %, 7%, 9%**

Parte C: Dosificación del Caucho reciclado.

4%	
6%	
8%	

Tesis 1: Chavarri C. y Rubio J. (2019). Dosificación de caucho reciclado: **3%, 5%, 7%**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Sánchez Lobato Nombres: Francisco John Título: Grado: Ingeniero Civil. N° Reg. CIP: 231210 Firma: 	Apellidos: Cruz Poma Nombres: Mirian Título: Grado: Ingeniero Civil. N° Reg. CIP:173808 Firma: 	Apellidos: Ríos Villagómez Nombres: Edner Título: Grado: Ingeniero Civil N° Reg. CIP: 90518 Firma: 
--	--	--

Anexo 3-B: Ficha de resultado de laboratorio- Análisis Granulométrico- Agregado Fino.

Solicitantes: Ayala Palomino, Marita Isabel.

Machuca Melendez, Jorge Anderson.

Proyecto: " Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022".

Ubicación:

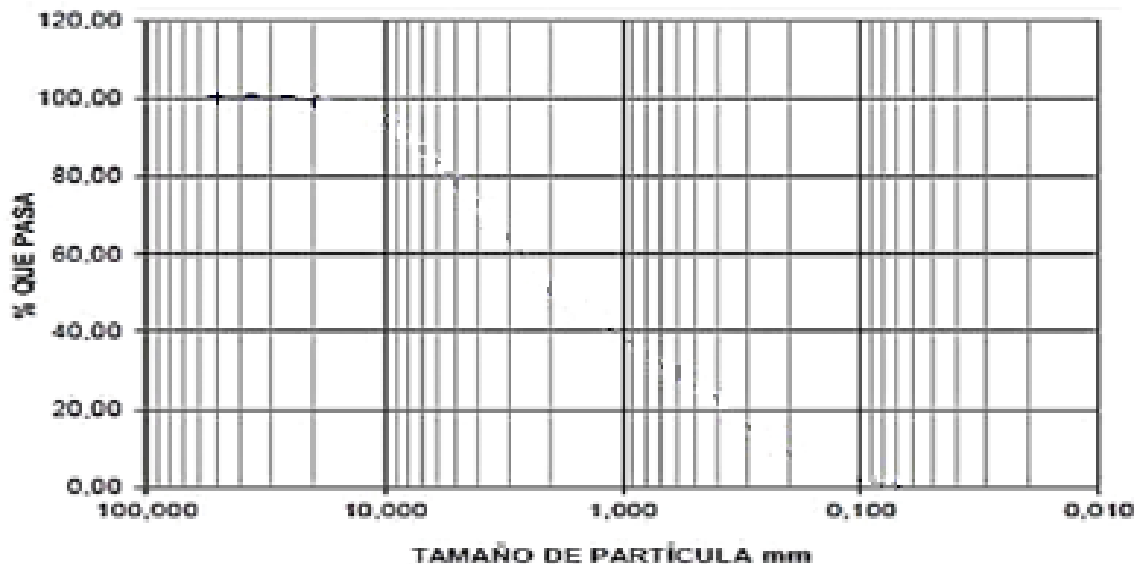
Fecha de Recepción:

Fecha de Emisión:

Informe:

Especificaciones: Los ensayos responden a la normativa ASTM C136 / NTP 400. 012

Malla	Abertura de malla (mm)	Peso reten. (gr.)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
3/8"					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 16					
Nº 30					
Nº 50					
Nº 100					
Fondo					
TOTAL					



FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO
<p>FIRMA</p>	<p>FIRMA</p>	<p>FIRMA</p>

Anexo 3-C: Ficha de resultado de laboratorio: Análisis Granulométrico- Agregado Grueso.

Solicitantes: Ayala Palomino, Marita Isabel.

Machuca Melendez, Jorge Anderson.

Proyecto:” Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022”.

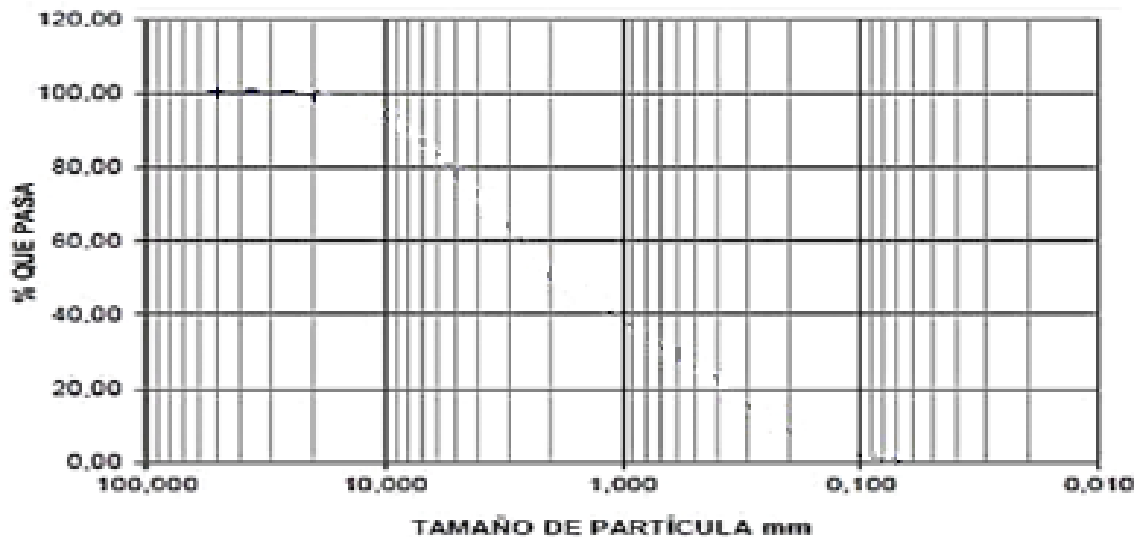
Ubicación:


Fecha de Recepción:

Fecha de Emisión:

Especificaciones: Los ensayos responden a la normativa ASTM C136 / NTP 400. 012

Malla	Abertura de malla (mm)	Peso reten. (gr.)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
3/8"					
Nº 4					
Nº 8					
Nº 16					
Nº 30					
Nº 50					
Nº 100					
Fondo					
TOTAL					



<u>FIRMA Y SELLO</u>	<u>FIRMA Y SELLO</u>	<u>FIRMA Y SELLO</u>
 <p>FIRMA</p>	 <p>FIRMA</p>	 <p>FIRMA</p>

Anexo 3-D: Ficha de resultado de laboratorio: Ensayo de absorción.

Solicitantes: Ayala Palomino, Marita Isabel.

Machuca Melendez, Jorge Anderson.

Proyecto: "Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022".

Ubicación:

Fecha de Recepción:

Fecha de Emisión:

ADOQUIN DISEÑO PATRÓN	1	2	3
ABSORCIÓN DE AGUA (%)			

ADOQUIN + TEREFTALATO POLIETILENO 3%	1	2	3
ABSORCIÓN DE AGUA (%)			

ADOQUIN + TEREFTALATO POLIETILENO 4%	1	2	3
ABSORCIÓN DE AGUA (%)			

ADOQUIN + TEREFTALATO POLIETILENO 6%	1	2	3
ABSORCIÓN DE AGUA (%)			

Especificaciones: Los ensayos corresponden a la normativa NTP 399.611.

FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA

Anexo 3-E: Ficha de resultado de laboratorio: Ensayo de resistencia a compresión.

Solicitantes: Ayala Palomino, Marita Isabel.

Machuca Melendez, Jorge Anderson.

Proyecto: "Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022".

Ubicación:

Fecha de Recepción:


Fecha de Emisión:

Resistencia a la compresión a los 7 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión			Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio del adoquín peatonal								

Resistencia a la compresión a los 14 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión			Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio del adoquín peatonal								

Resistencia a la compresión a los 28 días de curado								
Tipo de muestra	Fecha de ensayo	Edad	Dimensión			Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	Luz libre de apoyo (cm)
			B	A	L			
Resistencia promedio del adoquín peatonal								

Especificaciones. Los ensayos corresponden a la normativa NTP 399.611.

FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO
 <p>FIRMA</p>	 <p>FIRMA</p>	 <p>FIRMA</p>

Anexo 3-F: Ficha de resultado de laboratorio: Ensayo de resistencia al desgaste por abrasión.

Solicitantes: Ayala Palomino, Marita Isabel.

Machuca Melendez, Jorge Anderson.

Proyecto: "Evaluación del tereftalato de polietileno y caucho reciclado para mejorar las propiedades del adoquín peatonal, Miraflores- 2022".

1. Adoquín concreto patrón

ADOQUIN DE CONCRETO	INICIAL	ENSAYADO	DIFERENCIA DESGASTE
PATRÓN			
ALTURA (cm)			
AREA (cm2)			
VOLUMEN (cm3)			

2. Adoquin concreto + tereftalato de polietileno 3%

ADOQUIN DE CONCRETO	INICIAL	ENSAYADO	DIFERENCIA DESGASTE
Tereftalato de polietileno 3%			
ALTURA (cm)			
AREA (cm2)			
VOLUMEN (cm3)			


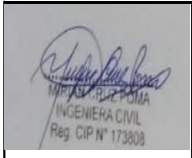

3. Adoquin concreto + tereftalato de polietileno 4%

ADOQUIN DE CONCRETO	INICIAL	ENSAYADO	DIFERENCIA DESGASTE
Tereftalato de polietileno 4%			
ALTURA (cm)			
AREA (cm2)			
VOLUMEN (cm3)			

4. Adoquin concreto + tereftalato de polietileno 6%

ADOQUIN DE CONCRETO	INICIAL	ENSAYADO	DIFERENCIA DESGASTE
Tereftalato de polietileno 6%			
ALTURA (cm)			
AREA (cm2)			
VOLUMEN (cm3)			

Especificaciones: Los ensayos corresponden a la normativa NTP 399.624

FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO	FIRMA Y SELLO
 FIRMA	 FIRMA	 Palmer Ríos Villagomez INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 90518

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE ENSAYOS LABORATORIO.

Certificado de laboratorio: Ensayo de granulometría (agregado fino)

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	16-05-2022
		Página	1 de 4

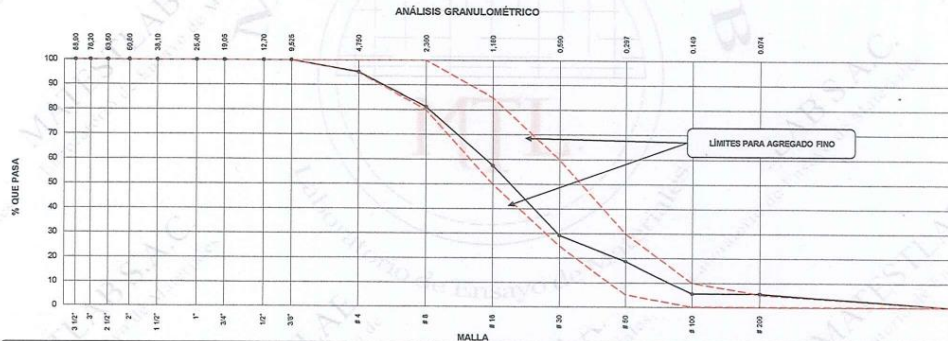
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO - NTP 400.037

PROYECTO	EVALUACION DEL TEREFALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022	REGISTRO N°:	2022 - TS227
SOLICITANTE	JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	16/5/2022
FECHA DE EMISIÓN	16/5/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	M1		
Lote	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
#4	4.75 mm	33.0	4.85	4.85	95.15	95.00
#8	2.36 mm	95.0	13.97	16.82	81.18	80.00
#16	1.18 mm	161.0	23.68	42.50	57.50	50.00
#30	0.59 mm	192.0	28.24	70.74	29.26	25.00
#50	0.30 mm	72.0	10.59	81.32	18.68	5.00
#100	0.15 mm	90.0	13.24	94.56	5.44	0.00
#200	0.075 mm	0.0	0.00	94.56	5.44	0.00
Fondo	0.075 mm	37.0	5.44	100.00	0.00	0.00

TARA	241.6
T+MH	3247.1
T+MS	3124.2
T+ML	3010.5

P. Especif. de Masa Soco (kg/m³) (NTP 400.021)	2889
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³) (NTP 400.021)	2715
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³) (NTP 400.021)	2756
P. Unitario Compactado (kg/m³) (NTP 400.017)	1769
P. Unitario Suelto (kg/m³) (NTP 400.017)	1641
Absorción (%) (NTP 400.021)	1.70
Contenido de Humedad (%) (NTP 400.010)	4.28
Módulo de Finiza (NTP 400.011)	3.13
% < Malla N° 200 (0.75 µm) (NTP 400.010)	3.94



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: 	AUTORIZADO POR Nombre y firma: 
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL (N° 141395)	MATESTLAB S.A.C. RUC 20104738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Certificado de laboratorio: Ensayo de granulometría (agregado fino)

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	IQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	16-05-2022
		Página	2 de 4

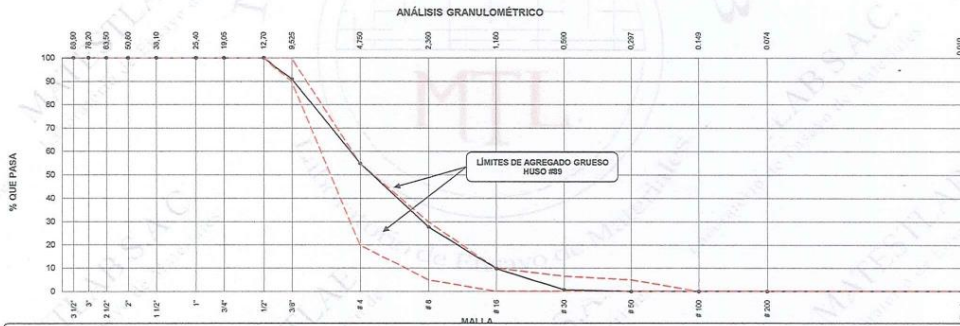
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO - NTP 400.037

PROYECTO	EVALUACION DEL TEREFALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022	REGISTRO N°:	2022 - TS27
SOLICITANTE	JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITAY AYALA PALOMINO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	16/5/2022
FECHA DE EMISIÓN	16/5/2022	TURNO :	Diurno
Código de Muestra	---		
Lote	---		
N° de Muestra	---		
Progresiva	---		

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.30 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	60.0	9.02	90.98	90.00	100.00
# 4	4.75 mm	240.0	36.09	45.11	54.89	20.00
# 8	2.36 mm	180.0	27.07	72.18	27.82	5.00
# 16	1.18 mm	120.0	18.05	90.23	9.77	0.00
# 30	0.59 mm	60.0	9.02	99.26	0.75	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.75	100.00	0.00	5.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00


TARA	230.5
T+MH	3366.1
T+MS	3270.8
T+ML	5210.4

P. Especif. de Masa Seca (kg/m³) (NTP 400.021)	2655
P. Especif. de Masa SSS (kg/m³) (NTP 400.021)	2678
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m³) (NTP 400.021)	2681
P. Unitario Compactado (kg/m³) (NTP 400.017)	1695
P. Unitario Suelto (kg/m³) (NTP 400.017)	1600
Absorción (%) (NTP 400.021)	1.60
Tamaño Máximo (NTP 400.012)	3/8"
Tamaño Máximo Nominal (NTP 400.012)	#4
Módulo de Fineza (NTP 400.011)	5.16
% < Malla N° 200 (0.75 µm) (NTP 400.018)	1.99
Contenido de Humedad (%) (NTP 400.010)	3.13



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. KELLY YANILLY LOZADA INGENIERO CIVIL RUC: CIP N° 163959	AUTORIZADO POR Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C RUC 20804736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Certificado de laboratorio: Ensayo de granulometría (caucho reciclado).

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	16-05-2022
		Página	1 de 4

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO - NTP 400.037

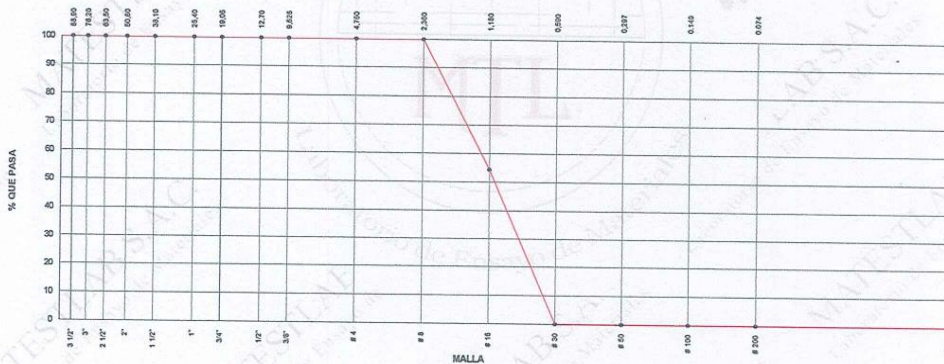
PROYECTO	: EVALUACION DEL TEREFALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022	REGISTRO N°:	2022 - TS227
SOLICITANTE	: JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	16/05/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 16/05/2022	TURNO :	Diumo
Código de Muestra	: M1 CAUCHO GRANULADO		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	% Pasa Acum. (%)	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	95.00 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
#4	4.75 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
#8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	100.00
#16	1.18 mm	161.0	45.61	54.39	85.00
#30	0.59 mm	192.0	54.39	100.00	60.00
#50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	30.00
#100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	10.00
#200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	5.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	0.00	0.00

TARA	0.0
T+MH	0.0
T+MS	0.0
T+ML	0.0


P. Especif. de Masa Seco (g/m³) (NTP 400.021)	0
P. Especif. de Masa SSS (g/m³) (NTP 400.021)	0
P. Especif. de Masa Aparente (g/m³) (NTP 400.021)	0
P. Unitario Compactado (g/m³) (NTP 400.017)	1180
P. Unitario Suabo (g/m³) (NTP 400.017)	1110
Absorción (%) (NTP 400.021)	0.00
Contenido de Humedad (%) (NTP 400.016)	0.00
Módulo de Finiza (NTP 400.011)	0.00
% < Malla N° 200 (0.75 mm) (NTP 400.010)	0.00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma: 	VERIFICADO POR Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. KELLY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 133999	AUTORIZADO POR Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 20684738672 NICOLLE COMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Certificado de laboratorio: Diseño de mezcla.

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	16/05/2022
		Páginas	4 de 4

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	: EVALUACION DEL TEREFALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022	REGISTRO N°:	2022 - TS227
SOLICITANTE	: JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO	REALIZADO POR :	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO:	16/5/2022
FECHA DE EMISIÓN	: 16/5/2022	TURNO:	Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	320 kg/cm2
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	PATRON

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 404 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 481 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.43 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 11.3 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 207 L | |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 3.0% | |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1528 m3					
Agua	1000 kg/m3	0.2070 m3					
Aire	---	0.0300 m3					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2865 kg/m3	---	3.13%	1.60%	5.56	1600	#4
Agregado fino	2689 kg/m3	---	4.26%	1.70%	3.13	1641	
Volumen de pasta		0.3898 m3					
Volumen de agregados		0.6102 m3					


- | | |
|---|---|
| 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso = 0.2735 m3 = 729 kg
Agregado fino = 0.3367 m3 = 905 kg | 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m3
Cemento SOL Tipo 1 14.44 kg
Agua 5.18 L
Agregado grueso 22.55 kg
Agregado fino 28.32 kg
Slump Obtenido 4 1/2" |
| 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 752 kg
Agregado fino 944 kg | |
| 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 173 L | 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. AGUA
1 : 2.0 : 1.56 : 15.2 L / bolsa |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	ASE LEM	COO-LEM
 Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	M:	 Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. KELLY SANCHEZ TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	 Nombre y firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 20004738672 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Certificado de laboratorio: Ensayo de Resistencia a compresión (7 días).

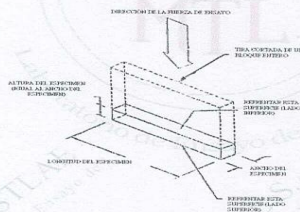
 MÉTODO DE PRUEBA DE ENSAYO Y PRUEBA DE ADOQUINES DE CONCRETO ESTRUCTURALES - ASTM C 67	Código	BQ-90-01
	Versión	01
	Fecha	16-05-2022
	Página	1 de 1
PROYECTO	: EVALUACION DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022	
SOLICITANTE	: JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO	
CODIGO DE PROYECTO	: ---	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	
FECHA DE EMISIÓN	16/5/2022	
	REGISTRO N°:	2022 - TS227
	REALIZADO POR:	D. Castillo
	REVISADO POR:	K.TINOCO
	FECHA DE ENSAYO:	16/5/2022
	TURNO:	Diuino
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería	
Presentación	: Bloque macizo	
Resistencia de diseño (F'm)	: 320 kg/cm ²	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _b	% F _c
PATRON	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	36804.0	200.0	184 kg/cm ²	57.5%
PATRON	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	38054.0	200.0	190 kg/cm ²	59.5%
PATRON	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	40182.0	200.0	201 kg/cm ²	62.8%

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _b	% F _c
3% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	37241.0	200.0	186 kg/cm ²	58.2%
3% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	40168.0	200.0	201 kg/cm ²	62.3%
3% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	39314.0	200.0	197 kg/cm ²	61.4%
4% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	36572.0	200.0	183 kg/cm ²	57.1%
4% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	39513.0	200.0	198 kg/cm ²	61.7%
4% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	39833.0	200.0	199 kg/cm ²	60.4%
6% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	36104.0	200.0	181 kg/cm ²	56.4%
6% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	37512.0	200.0	188 kg/cm ²	58.6%
6% CAUCHO	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	32712.0	200.0	164 kg/cm ²	51.1%

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _b	% F _c
4% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	30242.0	200.0	151 kg/cm ²	47.3%
4% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	31847.0	200.0	159 kg/cm ²	49.8%
4% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	33093.0	200.0	165 kg/cm ²	51.7%
6% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	30103.0	200.0	151 kg/cm ²	47.0%
6% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	31214.0	200.0	156 kg/cm ²	48.8%
6% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	32973.0	200.0	165 kg/cm ²	51.5%
8% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	30023.0	200.0	150 kg/cm ²	46.9%
8% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	30138.0	200.0	151 kg/cm ²	47.1%
8% PET	2/5/2020	9/5/2020	7	10.00	20.00	8.00	NA	N.A.	32712.0	200.0	164 kg/cm ²	51.1%




OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: 	COC - LEM Nombre y firma: 
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 MATESTLAB S.A.C. KELY VANESSA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 188999	 MATESTLAB S.A.C. RUC 2040126672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Certificado de laboratorio: Ensayo de Resistencia a compresión (28 días).

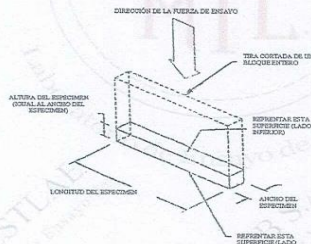
 MÉTODO DE PRUEBA DE ENSAYO Y PRUEBA DE ADOQUINES DE CONCRETO ESTRUCTURALES - ASTM C 67	Código	EQ-FO-01
	Versión	01
	Fecha	30-05-2022
	Página	1 de 1
PROYECTO	EVALUACION DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022	
SOLICITANTE	JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO	
CODIGO DE PROYECTO	---	
UBICACION DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	
FECHA DE EMISION	30/05/2022	
Tipo de muestra	Unidades de Albañilería	
Presentación	Bloque macizo	
Resistencia de diseño (F _c)	320 kg/cm ²	
REGISTRO N°:	2022 - TS227	
REALIZADO POR:	D. Castillo	
REVISADO POR:	K. TINOCO	
FECHA DE ENSAYO:	30/05/2022	
TURNO:	Diurno	

RESISTENCIA A LA COMPRESION ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _b	% F _c
PATRON	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	68954.0	200.0	345 kg/cm ²	107.7%
PATRON	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	67855.0	200.0	339 kg/cm ²	106.0%
PATRON	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	69156.0	200.0	346 kg/cm ²	108.1%

IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _b	% F _c
3% PET	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	55542.0	200.0	293 kg/cm ²	91.5%
3% PET	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	58442.0	200.0	292 kg/cm ²	91.3%
3% PET	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	58642.0	200.0	293 kg/cm ²	91.6%
4% PET	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	57412.0	200.0	287 kg/cm ²	89.7%
4% PET	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	57322.0	200.0	287 kg/cm ²	89.6%
4% PET	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	57102.0	200.0	286 kg/cm ²	89.2%

IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _b	% F _c
4% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	65875.0	200.0	329 kg/cm ²	102.9%
4% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	66276.0	200.0	331 kg/cm ²	103.6%
4% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	67577.0	200.0	338 kg/cm ²	105.6%
6% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	66677.0	200.0	343 kg/cm ²	107.3%
6% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	68998.0	200.0	345 kg/cm ²	107.8%
6% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	69979.0	200.0	350 kg/cm ²	109.3%
8% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	61212.0	200.0	306 kg/cm ²	95.6%
8% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	60912.0	200.0	305 kg/cm ²	95.2%
8% CAUCHO	2/05/2020	30/05/2020	28	10.00	20.00	6.00	NA	N.A.	60512.0	200.0	303 kg/cm ²	94.6%



OBSERVACIONES:

- Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:  	JEFE LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	OQC - LEM Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2050779572 NICOLLE CUMPA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL

Certificado de laboratorio: Ensayo de absorción- patrón

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642	Código	BQ-FD-01
		Versión	01
		Fecha	16-05-2022
		Página	1 de 4

PROYECTO	: EVALUACION DEL TEREFITALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, MIRAFLORES 2022	REGISTRO N°:	2022 - TS227
SOLICITANTE	: JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO	REALIZADO POR:	D. Castillo
UBICACIÓN	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	REVISADO POR:	K.TINOCO
FECHA DE EMISIÓN	: 16/5/2022	FECHA DE ENSAYO:	16/5/2022
		TURNO:	Diurno

Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería
Presentación	: Bloque macizo
Resistencia de diseño (F'm)	: 320 kg/cm2

DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
PATRON	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3540.1	3721.4	5.12
PATRON	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3620.5	3824.8	5.64
PATRON	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3580.5	3745.9	4.62

OBSERVACIONES:









- Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: 	CQC - LEM Nombre y firma: 


	MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TITO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. ZIP: 183999	MATESTLAB S.A.C. RUC 2060738572 NICOLIE GUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	--	--

 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres	 975232841 922318222	 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com
--	--	---

Certificado de laboratorio: Ensayo de absorción- Caucho reciclado.

 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642		Código	BQ-PO-01						
		Versión	01						
		Fecha	16-05-2022						
		Página	1 de 4						
PROYECTO	: EVALUACION DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, MIRAFLORES 2022		REGISTRO N°: 2022 - TS227						
SOLICITANTE	: JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITÁ AYALA PALOMINO		REALIZADO POR: D. Castillo						
UBICACIÓN	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC		REVISADO POR: K.TINOCO						
FECHA DE EMISIÓN	: 16/5/2022		FECHA DE ENSAYO: 16/5/2022						
			TURNO: Diurno						
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería								
Presentación	: Bloque macizo								
Resistencia de diseño (F'm)	: 320 kg/cm ²								
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 338.187									
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
4% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3540.1	3721.4	5.12
4% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3620.5	3824.8	5.64
4% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3580.5	3745.9	4.62
6% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3597.4	3714.4	3.25
6% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3673.2	3796.6	3.41
6% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3612.5	3812.5	5.54
8% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3612.4	3785.5	4.79
8% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3687.5	3801.6	3.09
8% CAUCHO	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3756.2	3896.8	3.74
OBSERVACIONES:									
<ul style="list-style-type: none"> * Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC 									
MATESTLAB SAC									
TECNICO LEM			JEFE LEM			CQC - LEM			
Nombre y firma:   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales			Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TIJICO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC/C.I.E. N° 183999			Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 2062738572 NICOLLE GUMPA BARRETO GERENTE GENERAL			
 Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres			 975232841 922318222			 informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com			

Certificado de laboratorio: Ensayo de absorción- PET

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642	Código	EQ-103-01						
		Versión	01						
		Fecha	16-05-2022						
		Página	1 de 4						
PROYECTO	: EVALUACION DEL TEREFALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, MIRAFLORES 2022		REGISTRO N°:	2022 - TS227					
SOLICITANTE	: JORGE MACHUCA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO		REALIZADO POR:	D. Castillo					
UBICACIÓN	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC		REVISADO POR:	K.TINOCO					
FECHA DE EMISIÓN	: 16/5/2022		FECHA DE ENSAYO:	16/5/2022					
			TURNO:	Diurno					
Tipo de muestra	: Unidades de Albañilería								
Presentación	: Bloque macizo								
Resistencia de diseño (F'm)	: 320 kg/cm ²								
DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN CONCRETO ENDURECIDO NORMA ASTM C 642 / NTP 339.187									
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	MASA DE ESPECIMEN SECO N°1	MASA DE ESPECIMEN SATURADO N°2	% ABSORCION
3% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3566.5	3632.8	1.86
3% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3685.4	3765.5	2.17
3% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3745.8	3756.7	0.29
4% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3542.5	3613.7	2.01
4% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3636.3	3728.9	2.55
4% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3766.9	3852.7	2.28
6% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3580.6	3669.4	2.48
6% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3640.6	3674.9	0.94
6% PET	2/2/2022	2/3/2022	28	10.00	20.00	8.00	3746.8	3869.3	3.27
OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none"> Muestras realizadas en el laboratorio de MATESTLAB SAC Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de MATESTLAB SAC Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB SAC 									
MATESTLAB SAC									
TECNICO LEM Nombre y firma:			JEFE LEM Nombre y firma:			COC - LEM Nombre y firma:			
									
			MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL REG. C.I.P. N° 153399			MATESTLAB S.A.C. RUC 2060738872 NICOLLE OUMPA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL			
Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres			975232841 922318222			informes@laboratoriomatestlab.com www.laboratoriomatestlab.com			

Certificado de laboratorio: Ensayo de desgaste de abrasión para muestra patrón

	INFORME	Código	EQ - FQ - 01
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/INTP 359.524	Versión	01
		Fecha	16/05/2022
		Página	1 de 4

Proyecto : "EVALUACION DEL TEREFALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO "RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022"

Solicitante JORGE MACHUCHA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO

Ubicación de Proyec DESARROLLADO EN LAS INSTALACIONES DE MATESTLAB S.A.C.

Material ADOQUINES DE CONCRETO

Registro N°: MTL-CL-87

Muestreado por SOLICITANTE

Ensayado por : D.CASTILLO

Fecha de vaciá: 16/5/2022

Turno: Diurno

Código de Muestra	: PATRON	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
Nº de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

DATOS

Nº	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm3)	AREA (cm2)	DESGASTE (cm3/ 50cm2)	DESGASTE PROMEDIO
1	3581.9	3589.8	7.9	4.3	94.64	2.3	1.8
2	3521.5	3526.1	4.6	2.5	87.64	1.4	
3	3475.0	34.81.12	6.1	3.3	99.35	1.7	


MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: 	OQC - LEM Nombre y firma: 
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. RELY YANINA HINCO LOZADA INGENIERO CIVIL REGICOP N° 963999	MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738572 NICOLE CUMPA BARRERO GERENTE GENERAL

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Certificado de laboratorio: Ensayo de desgaste de abrasión para caucho reciclado

	INFORME	Código	EQ - FQ - 01
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/NTP 399.624	Versión	01
		Fecha	16/05/2022
		Página	1 de 4

Proyecto : "EVALUACION DEL TEREFALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO "RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022"

Registro N°: MTL-CL-87

Solicitante JORGE MACHUCHA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO

Muestreado por SOLICITANTE

Ubicación de Proyec DESARROLLADO EN LAS INSTALACIONES DE MATESTLAB S.A.C.

Ensayado por : D.CASTILLO

Material ADOQUINES DE CONCRETO

Fecha de vaciac 16/5/2022

Turno: Diurno

Código de Muestra : CAUCHO RECICLADO

Profundidad: ---

Procedencia : ---

Norte: ---

N° de Muestra : ---

Este: ---

Progresiva : ---

Cota: ---

DATOS

N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm3)	AREA (cm2)	DESGASTE (cm3/ 50cm2)	DESGASTE PROMEDIO
4%	1	3366.64	3373.06	6.42	3.49	81.70	2.14
	2	3380.59	3386.43	5.84	3.17	48.88	3.25
	3	3351.34	3356.60	5.26	2.86	55.13	2.59
6%	1	3543.76	3547.28	3.52	1.91	70.81	1.35
	2	3563.57	3567.34	3.77	2.05	67.75	1.51
	3	3562.62	3567.74	5.12	2.78	65.61	2.12
8%	1	3501.60	3505.39	3.79	2.06	66.85	1.54
	2	3487.75	3491.80	4.05	2.20	48.10	2.29
	3	3516.15	3520.24	4.09	2.22	53.87	2.06

MATESTLAB SAC

TECNICO LEM

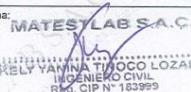
Nombre y firma:



MATESTLAB S.A.C.
 Laboratorio de Ensayo de Materiales


JEFE LEM

Nombre y firma:


MATESTLAB S.A.C.
 KELLY YANINA TIJOCO LOZADA
 INGENIERO CIVIL
 RUC CIP N° 183999

CQC - LEM

Nombre y firma:



MATESTLAB S.A.C.
 RUC 2064738572
 NICOLLE GUINPA BARRETO
 GERENTE GENERAL

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Certificado de laboratorio: Ensayo de desgaste de abrasión para PET

	INFORME	Código	EQ - FQ - 01
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/NTP 399.624	Versión	01
		Fecha	16/05/2022
		Página	1 de 4

Proyecto : "EVALUACION DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO Y CAUCHO "RECICLADO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL ADOQUIN PEATONAL, LIMA 2022"

Solicitante JORGE MACHUCHA MELENDEZ - MARITA AYALA PALOMINO

Ubicación de Proyec DESARROLLADO EN LAS INSTALACIONES DE MATESTLAB S.A.C.

Material ADOQUINES DE CONCRETO

Registro N°: MTL-CL-87

Muestreado por SOLICITANTE

Ensayado por : D.CASTILLO

Fecha de vaciac 16/5/2022

Turno: Diurno

Código de Muestra	: PET	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

DATOS

N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	MASA DE ARCILLA (g)	VOLUMEN (cm3)	AREA (cm2)	DESGASTE (cm3/ 50cm2)	DESGASTE PROMEDIO
2%	1	3397.6	3400.99	3.3	1.83	81.10	1.13
	2	3508.7	3512.67	4.0	2.17	85.69	1.27
	3	355.0	3558.00	3.7	2.01	84.55	1.19
4%	1	3400.3	3404.42	4.1	2.23	57.68	1.93
	2	3452.4	3456.37	4.0	2.17	65.95	1.64
	3	3466.4	3470.45	4.1	2.23	88.79	1.25
6%	1	3464.4	3469.78	5.35	2.91	99.35	1.46
	2	3414.0	3419.65	5.61	3.05	106.46	1.43
	3	3612.0	3618.45	6.5	3.53	102.59	1.72


MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:   RELY YANINA THICAD LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CUIA 183999	Nombre y firma:   RUC 20604798572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres

975232841
922318222

informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com

Certificado de laboratorio: Certificado de Calibración de la máquina de compresión.

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 271-2021
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : FORNEY
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : FORNEY
Modelo de Indicador : TA-1252
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : FORNEY
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : 10450112

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
10 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

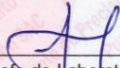
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,6
Humedad %	76	76

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado de laboratorio: Certificado de Calibración de la máquina de compresión



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9995	10017	0,05	-0,17	10005,6	-0,06	-0,22
20000	20072	20102	-0,36	-0,51	20087,1	-0,43	-0,15
30000	30087	30131	-0,29	-0,44	30108,7	-0,36	-0,15
40000	40130	40270	-0,33	-0,68	40200,2	-0,50	-0,35
50000	50217	50277	-0,43	-0,55	50246,7	-0,49	-0,12
60000	60372	60369	-0,62	-0,62	60370,8	-0,61	0,01
70000	70496	70393	-0,71	-0,56	70444,3	-0,63	0,15

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9928x + 79,177$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

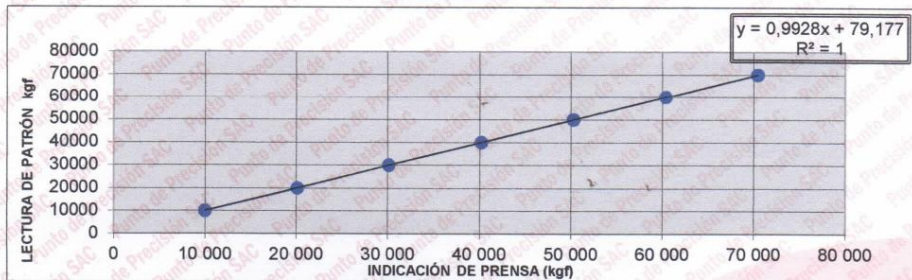
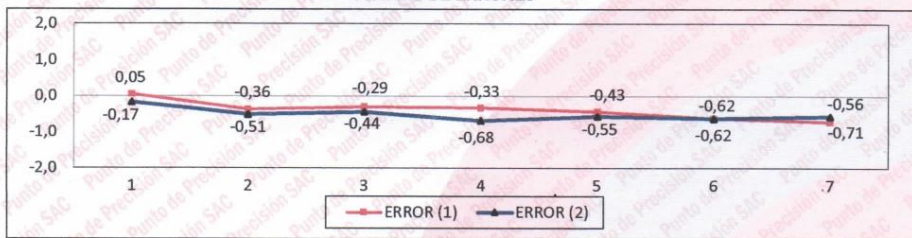


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

ANEXO 5: IMÁGENES DE LABORATORIO.

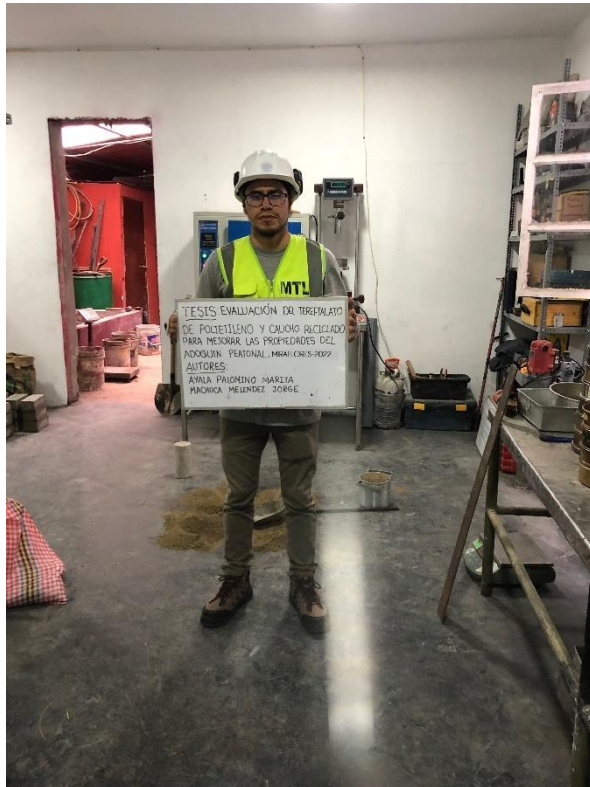


Figura: Laboratorio.

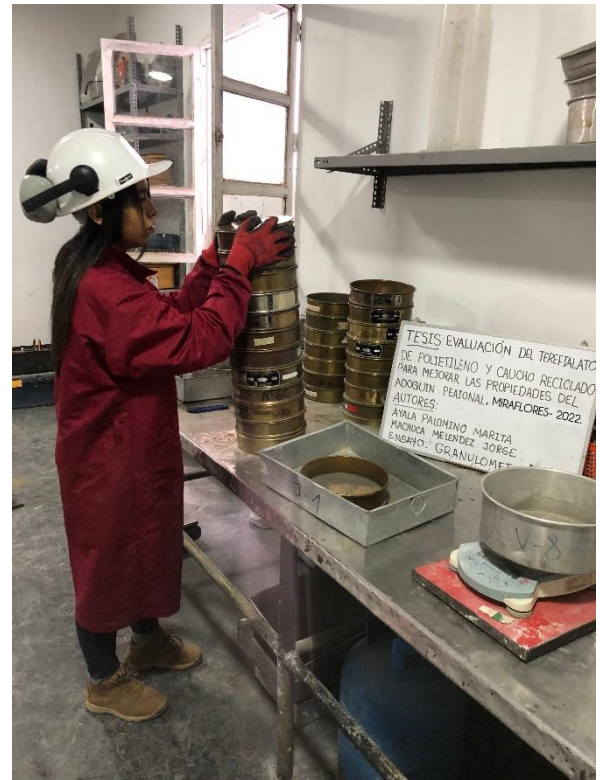


Figura: Ensayo granulometría.



Figura: Ensayo de absorción.



Figura: Ensayo de resistencia a compresión.



Figura: Dosificaciones de caucho reciclado y PET.



Figura: Ensayo resistencia al desgaste por abrasión.