



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estudio de las propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Hurtado Pardo, Lehcop

**ASESOR:**

Mg. Ing. Carlos Villegas Martínez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LIMA- PERÚ**

**2018**



**ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 2

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

Martín Rando Labrador

cuyo título es:

"Estudio de las propiedades físico-químicas de aditivos elaborados con fibras recicladas para pavimentos de tránsito ligero y pesado - 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

14 (número) Catorce (letras).

Lugar y fecha: Los Olivos 14-12-2018

[Signature]  
PRESIDENTE  
Mg. Jose Benites  
Grado y nombre

[Signature]  
SECRETARIO  
Ms. Cecilia Berrota Moron  
Grado y nombre

[Signature]  
VOCAL  
Mg. Cesar Urcos Moran  
Grado y nombre

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

### **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres Mida y Avimael que siempre me estuvieron apoyando incondicionalmente en la parte económica y moral para poder cumplir una de mis metas la cual es ser ingeniero civil.

A mis colegas y a mi grupo de estudio que siempre estuvieron en todo el proceso de formación académica.

A los profesores por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en gran parte a mí asesor Mg. Ing. Carlos Villegas Martínez por su gran apoyo, seguimiento y constante tutoría para la elaboración del Desarrollo del proyecto de investigación y también agradecer a la Universidad César Vallejo por abrirme las puertas y darme la oportunidad de forjarme profesionalmente.

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

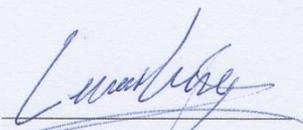
Yo, Hurtado Pardo Lechcop, identificado con DNI N° 74600727 perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y como producto observable de Desarrollo de Proyecto de Investigación se ha desarrollado la Tesis “Estudio de las propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018”.

Declaro bajo juramento que:

1. El trabajo es de mi autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, no existe plagio ni total ni parcialmente.
3. El trabajo no ha sido publicado, ni presentada anteriormente como producto académico de otra materia.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan constituyen aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos 14 de diciembre de 2018.



HURTADO PARDO LEHCOP  
DNI N° 74600727

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

Pongo a su disposición la Tesis titulada “Estudio de las propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado para pavimento de tránsito ligero, Lima – 2018, en cumplimiento a las normas establecidas en la Guía de Productos Observables de la Universidad “César Vallejo” a realizar en la Experiencia Curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación.

En el capítulo I, Introducción, se conoció que, anualmente se está generando entre 7000 y 10000 millones de toneladas de residuos sólidos, por lo que el vidrio es aproximadamente un 3.2%, cifra que se debe minimizar, ya que el vidrio es un material biodegradable. Además, en esta investigación se planteó averiguar cuál es la influencia del uso de vidrio reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del adoquín, de este modo se planteó la siguiente hipótesis “La aplicación de vidrio reciclado mejora las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018”.

En el capítulo II, Método, la presente investigación se ubica en el diseño experimental, cuasi – experimental, la variable independiente es “Vidrio Reciclado” y la variable dependiente es “Propiedades físico – mecánicas de adoquines”, la muestra está representada por 48 adoquines, los instrumentos de recolección de datos son la ficha de recolección de información y datos en la cual se desglosa cada variable y la medición a través de sus respectivos indicadores.

En el capítulo III, Resultados, se obtuvieron los resultados esperados con respecto a las propiedades físicas y mecánicas del adoquín aplicando vidrio reciclado tanto en una proporción de 10%, 20% y 30%.

En el capítulo IV, Discusión, se realizó una comparación de los resultados obtenidos por otras investigaciones similares en la cual en algunos casos se obtuvieron resultados semejantes.

En el capítulo V y VI, Conclusiones y Recomendaciones, se logró determinar que la aplicación del vidrio reciclado tiene una influencia significativa en las propiedades físico mecánicas de los adoquines.

## ÍNDICE

<b>PAGINA DE JURADO.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....</b>	<b>v</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
1.1. Realidad problemática .....	17
1.2. Trabajos previos.....	19
1.2.1. En el Ámbito Internacional.....	19
1.2.2. En el Ámbito Nacional .....	22
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	24
1.3.1. Componentes de adoquines con vidrio reciclado .....	24
1.3.1.1. Agregados .....	25
1.3.1.2. Cemento.....	25
1.3.1.3. Agua de mezcla .....	25
1.3.1.4. Vidrio.....	25
1.3.2. Diseño de mezcla.....	27
1.3.3. Proceso de fabricación de adoquines .....	27
1.3.4. Estructura del pavimento de Adoquines .....	28
1.3.4.1. Adoquín .....	28
1.3.5. Propiedades físico – mecánicas del adoquín .....	29
1.3.5.1. Propiedades físico – mecánicas .....	29
1.4. Formulación del problema .....	32
1.4.1. Problema general .....	32
1.4.2. Problema específico.....	32
1.5. Justificación del problema .....	32
1.6. Hipótesis .....	34
1.6.1. Hipótesis general .....	34
1.6.2. Hipótesis específica .....	34
1.7. Objetivos .....	34
1.7.1. Objetivos generales.....	34

1.7.2.	Objetivos específicos .....	34
<b>II. MÉTODO.....</b>		<b>36</b>
2.1.	Diseño de investigación .....	37
2.1.1.	Tipo de investigación .....	37
2.1.2.	Nivel de investigación .....	37
2.2.	Variables, operacionalización .....	38
2.2.1.	Variables .....	38
2.4.2.	Operacionalización de variables .....	38
2.3.	Población y muestra.....	40
2.3.1.	Población .....	40
2.3.2.	Muestra .....	40
2.4.	Técnicas, instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	41
2.4.1.	Técnicas .....	41
2.4.2.	Instrumentos .....	41
2.4.2.1.	Ensayo de agregados y vidrio.....	41
2.4.2.2.	Ensayo de absorción de agua en adoquines (NTP 399.604).....	42
2.4.2.3.	Ensayo de resistencia a la compresión .....	42
2.4.2.4.	Elaboración de adoquines con un porcentaje de vidrio reciclado .....	42
2.4.3.	Validez.....	42
2.4.4.	Confiabilidad .....	43
2.5.	Métodos de análisis de datos .....	44
2.6.	Aspectos éticos .....	44
<b>III. RESULTADOS .....</b>		<b>45</b>
3.1.	Descripción del proyecto .....	46
3.1.1.	Normatividad .....	46
3.1.2.	Requisitos.....	46
3.1.2.1.	Resistencia a la compresión.....	47
3.1.2.2.	Absorción de agua .....	47
3.1.2.3.	Dimensiones de las muestras .....	47
3.2.	Resultados de laboratorio.....	47
3.2.1.	Estudio de agregados .....	47
3.2.1.1.	Granulometría del agregado fino .....	47
3.2.1.2.	Granulometría del agregado grueso.....	49
3.2.1.3.	Granulometría del agregado global .....	51

3.2.1.4.	Granulometría del vidrio reciclado.....	52
3.2.2.	Diseño de mezcla por el método del comité del ACI - 211.....	55
3.2.2.1.	Materiales Utilizados.....	55
3.2.2.2.	Proporciones utilizadas para la elaboración de adoquines .....	62
3.2.3.	Equipamiento.....	62
3.2.3.1.	Molde para elaborar adoquines.....	62
3.2.3.2.	Mesa vibradora .....	63
3.2.4.	Proceso de elaboración de adoquines .....	63
3.2.5.	Dimensiones de los adoquines.....	67
3.2.6.	Ensayo de absorción en adoquines .....	69
3.2.7.	Peso de las muestras (adoquín).....	71
3.2.8.	Resistencia a la compresión en adoquines.....	71
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>81</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>
	Anexo 1: Matriz de consistencia .....	94
	Anexo 2: Instrumento de recolección de datos, Granulometría .....	95
	Anexo 3: Instrumento de recolección de datos, Diseño de mezcla .....	96
	Anexo 4: Instrumento de recolección de datos, Propiedades físicas y mecánicas .....	97
	Anexo 5: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 0% de vidrio reciclado .....	98
	Anexo 6: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 14 días	99
	Anexo 7: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 10% de vidrio reciclado ...	100
	Anexo 8: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 14 días .....	101
	Anexo 9: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 20% de vidrio reciclado ...	102
	Anexo 10: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 14 días .....	103
	Anexo 11: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 30% de vidrio reciclado ..	104
	Anexo 12: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 14 días .....	105

Anexo 13: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	106
Anexo 14: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	107
Anexo 15: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	108
Anexo 16: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	109
Anexo 17: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	110
Anexo 18 Informe de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	111
Anexo 19: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	112
Anexo 20: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	113
Anexo 21: Informe de diseño de mezcla - 1 .....	114
Anexo 22: Informe de diseño de mezcla - 2.....	115
Anexo 23: Informe de análisis granulométrico del agregado fino .....	116
Anexo 24: Informe de análisis granulométrico del agregado grueso .....	117
Anexo 25: Informe de análisis granulométrico del agregado global.....	118
Anexo 26: Informe de análisis granulométrico del vidrio reciclado .....	119
Anexo 27: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 1.....	120
Anexo 28: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 2.....	121
Anexo 29: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 3.....	122
Anexo 30: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 4.....	123
Anexo 31: Recibo del pago por los ensayos realizados.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura de pavimento con adoquines de concreto .....	29
Figura 2: Curva granulométrica de la muestra de agregado fino .....	48
Figura 3: Curva granulométrica de la muestra de agregado grueso .....	50
Figura 4: Curva granulométrica de la muestra de agregado global .....	52
Figura 5: Vidrio reciclado.....	53
Figura 6: Trituración del vidrio reciclado.....	53
Figura 7: Curva granulométrica de la muestra de vidrio reciclado .....	54
Figura 8: Molde para adoquines .....	63
Figura 9: Meza vibradora .....	63
Figura 10: Peso de la piedra chancada y cemento .....	64
Figura 11: Peso de la arena gruesa y vidrio reciclado .....	64
Figura 12: Mezcla de agregados.....	65
Figura 13: Moldeado del adoquín.....	65
Figura 14: Vibrado de las muestras .....	66
Figura 15: Muestras.....	66
Figura 16: Curado de las muestras .....	67
Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión en adoquines.....	71
Figura 18: Resistencia a la compresión promedio a los 14 días de edad vs Porcentaje de vidrio reciclado .....	74
Figura 19: Resistencia a la compresión promedio a los 21 días de edad vs porcentaje de vidrio reciclado .....	76
Figura 20: Resistencia a la compresión promedio a los 28 días de edad vs porcentaje de vidrio reciclado .....	79
Figura 21: Resistencia a la compresión de adoquines con vidrio reciclado vs tiempo de curado .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación general de vidrios según su composición .....	26
Tabla 2: Tolerancia dimensional .....	30
Tabla 3: Absorción máx. ....	31
Tabla 4: Espesor nominal y resistencia a la compresión. ....	32
Tabla 5: Definición operacional de las variables.....	39
Tabla 6: Muestras .....	40
Tabla 7: Rangos y magnitudes de validez .....	43
Tabla 8: <i>Coficiente de Validez Por juicio de expertos</i> .....	43
Tabla 9: Análisis granulométrico de agregado fino.....	48
Tabla 10: Propiedades físicas del agregado fino .....	49
Tabla 11: Análisis granulométrico agregado grueso .....	49
Tabla 12: Propiedades físicas del agregado grueso .....	50
Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado global .....	51
Tabla 14: Propiedades físicas del agregado global.....	52
Tabla 15: Análisis granulométrico del vidrio reciclado .....	54
Tabla 16: Propiedades físicas de la arena gruesa y piedra chancada.....	56
Tabla 17: Resistencia promedio a la compresión requerida .....	56
Tabla 18: Agua para el concreto en función al tamaño máximo nominal.....	57
Tabla 19: Relación agua y cemento.....	58
Tabla 20: Dimensiones de adoquines con 0% de vidrio reciclado .....	67
Tabla 21: Dimensiones de adoquines con 10% de vidrio reciclado .....	68
Tabla 22: Dimensiones de adoquines elaborados con 20% de vidrio reciclado.....	68
Tabla 23: Dimensiones de adoquines con 30% de vidrio reciclado .....	69
Tabla 24: Resultados del ensayo de absorción en adoquines con 0% de vidrio reciclado ..	69
Tabla 25: Resultado de ensayo de absorción en adoquines con 10% de vidrio reciclado....	69
Tabla 26: Resultado de ensayo de absorción en adoquines con 20% de vidrio reciclado....	70
Tabla 27: Resultado de ensayo de absorción en adoquines con 30% de vidrio reciclado... 70	
Tabla 28: Resultados promedio del ensayo de absorción en adoquines con vidrio reciclado .....	70
Tabla 29: Resultado del peso de las muestras con 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado .....	71

Tabla 30: Resultados de ensayo a compresión de adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 14 días .....	72
Tabla 31: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 14 días .....	72
Tabla 32: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 14 días .....	72
Tabla 33: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 14 días .....	73
Tabla 34: Resumen de resultados de ensayo a compresión en adoquines con un porcentaje de vidrio curado a 14 días.....	73
Tabla 35:Resultados de ensayo a compresión de adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	74
Tabla 36:Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	75
Tabla 37:Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	75
Tabla 38:Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días .....	75
Tabla 39: Resumen de resultados de ensayo a compresión en adoquines con un porcentaje de vidrio curado a 21 días.....	76
Tabla 40:Resultados de ensayo a compresión de adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	77
Tabla 41:Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	77
Tabla 42:Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	78
Tabla 43:Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 28 días .....	78
Tabla 44: Resumen de resultados de ensayo a compresión en adoquines con un porcentaje de vidrio curado a 28 días.....	78
Tabla 45: Resumen de resultados obtenidos en el laboratorio .....	80

## **RESUMEN**

El objetivo general de la investigación fue “Determinar el comportamiento de los adoquines elaborados con vidrio reciclado con respecto a sus propiedades físico – mecánicas para pavimento de tránsito ligero, Lima - 2018”, fue una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. El nivel de investigación es explicativo con un diseño experimental (cuasi – experimental). El tamaño de la muestra para este desarrollo de proyecto de investigación está compuesto por 48 adoquines (12 adoquines convencionales, 12 adoquines con 10% de vidrio reciclado, 12 adoquines con 20% de vidrio reciclado, 12 adoquines con 30% de vidrio reciclado).

Se lograron cumplir con los objetivos planteados en el presente desarrollo de proyecto de investigación al aplicar el vidrio reciclado con proporciones que reemplazan al agregado fino y grueso, con 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado, logrando obtener un porcentaje mayor de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines convencionales.

**PALABRAS CLAVES:** Vidrio reciclado, diseño de mezcla y concreto.

## **ABSTRACT**

The general objective of the research was "To determine the behavior of the paving stones made with recycled glass with respect to its physical - mechanical properties for light traffic pavement, Lima - 2018", was a research applied with a quantitative approach. The level of research is explanatory with an experimental (quasi - experimental) design. The size of the sample for this research project development is composed of 60 paving stones (15 conventional paving stones, 15 paving stones with 10% recycled glass, 15 paving stones with 20% recycled glass, 15 paving stones with 30% recycled glass).

The objectives set out in this research project development were achieved by applying recycled glass with proportions that replace the fine and coarse aggregate, with 10%, 20% and 30% of recycled glass, achieving a higher percentage of the physical and mechanical properties of conventional paving stones.

**KEYWORDS:** Recycled glass, mix design and concrete.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad problemática**

En la actualidad, el problema de los residuos afecta a nivel mundial, esto perjudica directamente al medio ambiente. Por lo que la página web “Residuos Profesionales” menciona que anualmente se está generando entre 7.000 y 10.000 millones de toneladas de residuos sólidos en todo el mundo, por lo que cerca de 3.000 millones de individuos no cuentan con acceso a establecimientos controlados para el manejo de residuos sólidos, (2015, párr. 1). Por ello se debe tomar en cuenta, como se está manejando la gestión de los residuos sólidos, la cual nos llevará a reducir la contaminación del medio ambiente y esto será reflejado en base a estadísticas.

En el Perú hay un gran problema que afecta a la población, ya que la contaminación y eliminación de residuos sólidos no pasan desapercibidos por el mal gestiónamiento que se está llevando a cabo en el territorio nacional y eso conlleva a que el medio ambiente sufra cambios negativos en nuestra flora y fauna. Por todo esto es que se buscan alternativas de solución propuestas por autoridades relacionadas al medio ambiente y seguidas por los pobladores.

La obligación de cuidar el medio ambiente debe ser lo más rápido posible, ya que el medio ambiente está siendo afectado de manera muy elevada. La opción más relevante es la de reciclar y reutilizar, por lo que estos mismos, son abundantes en las empresas que se dedican a realizar trabajos con vidrio de todo tipo.

Según el Ministerio del Ambiente, el vidrio puede ser reutilizado infinidad de veces, de manera que sus propiedades físico – químicas no sean afectadas, por lo que lo hace un material 100% reciclable y a su vez ambientalmente amigable, (2008). Por este motivo el Estado es el principal organizador que debería dar la iniciativa con propuestas que ayuden a contribuir con el reciclaje de vidrio.

Por otro lado, el proyecto que se llevara a cabo es la obtención de un nuevo material para la realización de adoquines para pavimento de tránsito ligero, ya que como indica el MTC (2017, parr.3) “El 99% de la Red Vial Vecinal (RVV) o Rural no se encuentra asfaltada. Esta labor es gestionada por los gobiernos locales y consiste en las vías que unen a los pequeños centros poblados rurales o urbanos de cada departamento”. Por tal motivo el proyecto de investigación se enfocó en cumplir con todo lo que establece la Norma Técnica

Peruana para la elaboración de adoquines, además se lograría disminuir el impacto ambiental, ya que se usaría el vidrio y se reemplazaría por un porcentaje de agregado.

En la actualidad en Lima existe una gran cantidad de residuos sólidos; vidrio, ya sea extraídos de vidrierías, viviendas, basureros, etc. Esto genera el incremento de la contaminación al medio ambiente, ya que el vidrio no es un residuo biodegradable.

Asimismo, se han estado realizando investigaciones que incentivan a disminuir el impacto ambiental que están generando los residuos sólidos, esencialmente sobre el uso de materiales reciclables como agregados, ya sea reemplazando al cemento o agregados como se mencionó anteriormente, por lo que Catalán nos menciona lo siguiente “[...] Particularmente se está dando el uso de escoria de altos hornos en funciones de acero, cenizas volantes, neumáticos, desechos de vidrio, plásticos en general y demoliciones de concreto, entre otros” (2013, p. 4).

Actualmente, se está buscando que los materiales contengan productos ecológicos como materiales que se pueden reciclar, por lo que se busca mitigar el impacto que estos materiales generan al medio ambiente. Lo que se quiere en el presente proyecto de investigación es dar a conocer que un material reciclable hace que una unidad de albañilería como son los adoquines de concreto cumpla con todos los requisitos que estipula NTP 399.611.

Por lo tanto, en el presente proyecto de investigación se tuvo como propósito elaborar adoquines con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero que cumplan con la NTP, ya que sería una nueva alternativa para realizar pavimentación con adoquines elaborados con vidrio reciclado que reemplazan a los agregados gruesos y finos, así se logrará disminuir la contaminación, efectuando un beneficio ambiental al reciclarlo y reutilizarlo en una nueva alternativa.

## 1.2. Trabajos previos

Los proyectos seleccionados están relacionados con las variables del presente proyecto de investigación, asimismo permitirán otros procesos y herramientas para mejor orientación del proyecto.

A continuación, se mencionarán algunas investigaciones realizadas anteriormente que aportan en la investigación, así se tiene estudios:

### 1.2.1. En el Ámbito Internacional

**Johana, Almeida y Carolina Trujillo, (2017), en su tesis cuyo título es “Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones”** previo a la obtención del título de Ingeniero Civil en la universidad central del Ecuador, su **objetivo** fue estudiar cómo se comporta el concreto al ser remplazado el agregado fino por vidrio en porcentajes del 30%,32%,34%,36%,38% y 40% para lograr una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, con la intención de constituir una comparación entre un concreto patrón y un concreto donde se añadió el vidrio triturado y a la vez inculcar al uso de materiales reciclables. La **metodología** usada en esta investigación es la de realizar ensayos mediante una variedad de probetas de concreto se obtuvieron los valores de la resistencia a la compresión de tiempos de curado de 7, 14, y, 28 días.

Algunas de sus **conclusiones** fueron:

- La consistencia de un concreto con vidrio en remplazo de la arena mejora ligeramente, cuando se incrementa los porcentajes de vidrio molido, siendo el vidrio un material impermeable, a diferencia de la arena que absorbe una cierta cantidad de agua.
- El concreto más óptimo que se obtuvo es el elaborado con vidrio triturado al 36% la cual tuvo una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días de curado.
- Al emplear el vidrio triturado se obtuvo concreto con un mejoramiento de las propiedades físico mecánicas que un concreto patrón al haber alcanzado la resistencia de diseño a edades tempranas, buena trabajabilidad y adherencia, respondiendo así una de las hipótesis planteadas en este proyecto.

El **aporte** principal de este estudio hacia mi investigación fue la de entender la gran importancia del uso de residuos sólidos (vidrio), en la construcción y dar a conocer una nueva alternativa para el uso en concreto, ya que obtuvo buenos resultados.

Peñañiel, (2016), en su tesis cuyo título es “Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en remplazo parcial del agregado fino” previo a la obtención del título de ingeniero civil de la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, tuvo como **objetivo** brindar unos resultados de un estudio de compresión a muestras cilíndricas de hormigón en cuya composición se utilizó vidrio molido por reemplazo parcial de la arena. La **metodología** usada en esta investigación es de tipo experimental e investigación aplicada porque se necesita llevar a cabo ensayos de compresión en diversas probetas de concreto simple dosificadas atentamente en varios laboratorios con varios porcentajes de vidrio reciclado y el propósito es determinar una característica importante en el hormigón simple empleando un material de reciclaje en su composición, de tal manera que permita establecer la finalidad práctica y factible de su uso, considerándolo como material alternativo para futuras obras civiles.

En sus conclusiones señala que:

- El aumento del porcentaje de vidrio que reemplaza a la arena en la mezcla puede permitir disminuir la cantidad de cemento a emplear, debido a que el vidrio al tener mayor tamaño de partícula, su superficie específica disminuye requiriendo menor cantidad de cemento para cubrirla.
- Durante la elaboración del concreto con las diferentes proporciones de vidrio añadidos en reemplazo de la arena se visualizó que al incrementar el porcentaje de vidrio la trabajabilidad mejora levemente, debido a la impermeabilidad en el vidrio que deja agua, que en el caso de la arena sería mayormente absorbida. La homogeneidad se mantiene en todos los casos.
- En el ensayo de las probetas a los 7 días de curado se determinó que conforme se aumenta una cierta cantidad de vidrio la resistencia se ve disminuida sutilmente, esto debido a que el vidrio es un material totalmente impermeable dando lugar a que la acción de adherencia con los demás componentes del hormigón se dé forma tardía y a edades tempranas por su fragilidad ocasione falla en el hormigón, sin embargo, todas las muestras alcanzaron resistencias dentro de los límites establecidos.

Esta investigación **aportó** de manera explicativa, que también se debe reemplazar el agregado fino por vidrio triturado en la mezcla de concreto por lo que tuvo resultados positivos en cuanto a la consistencia y trabajabilidad del concreto.

**Daniel, Hidalgo y Ricardo, Poveda. (2013).** En su proyecto “**Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado**” previo a la obtención de Ingeniero Mecánico en la Escuela Politécnica Nacional – Ecuador, tuvo como **objetivo** usar el vidrio reciclado como remplazo del agregado para obtener adoquines y posteriormente investigar sus propiedades mecánicas. La **metodología** usada en esta investigación es la de realizar ensayos para medir el comportamiento de los adoquines elaborados con vidrio reciclado.

En su **conclusión** menciona que la integración del vidrio en remplazo del agregado en adoquines incurre de forma positiva en la resistencia al desgaste. Los adoquines con vidrio reciclado en remplazo del agregado cumplen con lo establecido por la norma.

El **aporte** que se obtuvo de esta investigación fue la de extraer conceptos para la trituración del vidrio reciclado.

**Catalán, (2013),** en su tesis cuyo título es “**Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30**” para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Austral de Chile, tuvo como **objetivo** comparar el comportamiento de la resistencia mecánica del concreto, de grados H15, H20 y H30, al añadirle vidrio. La **metodología** usada en esa investigación es realizar ensayos para determinar en cuanto influye el hormigón al agregarle un porcentaje de vidrio que cumpla con la granulometría correcta según la norma.

En alguna de sus **conclusiones** menciona:

- Ya que el vidrio es un material que no absorbe agua, se disminuye la proporción de agua necesaria de la mezcla, para obtener una disminución del cono.
- El uso del vidrio en la mezcla nos permite incorporar un material que afecta al medio ambiente, teniendo en cuenta que un porcentaje alto de vidrio está siendo desechada directamente a los tachos de basura. Al usar el vidrio en el hormigón se estaría contribuyendo con la disminución del impacto ambiental, También se estaría reduciendo el costo de la producción de concreto, relacionado en la extracción de materias primas.
- Al incorporar 10% de vidrio a la mezcla se tiene un crecimiento de la resistencia a la compresión, con lo cual se corrobora los estudios hechos anteriormente referenciados al tema. Al añadir un mayor porcentaje de vidrio a la mezcla, se apreció que tiene un descenso de la resistencia.

### 1.2.2. En el Ámbito Nacional

Walhoff, (2017). En su tesis titulada “**Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca – 2016**” previo a la obtención del título profesional de ingeniero civil. Tuvo como **objetivo** evaluar la resistencia a compresión de un concreto  $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$  reemplazando 5%, 10%, 15% del cemento Portland por vidrio molido. La **metodología** aplicada en esta investigación es experimental dado a que se manipulará el porcentaje de vidrio molido en el concreto para analizar su efecto en la resistencia a la compresión y en los costos de fabricación, es decir se provocara un estímulo para observar e interpretar su resultado, por lo que se obtuvo la resistencia a compresión de un concreto convencional y luego se comparó las características mecánicas de los concretos.

En sus **conclusiones** menciona:

- Al emplear 5% de vidrio molido en cambio del cemento influyo significativamente en la resistencia a la compresión curado a 21 días.
- Al emplear 10% de vidrio molido en cambio del cemento influyo significativamente en la resistencia a la compresión curado a 21 días.
- Al emplear 15% de vidrio molido en cambio del cemento influyo significativamente en la resistencia a la compresión curado a 14 días.

El **aporte** de este estudio fue dar a conocer cómo se comporta el concreto al insertar vidrio molido en sustitución del cemento, por lo que se obtuvieron resultados positivos.

Magali, Contreras y Andrés, González, (2016). En su tesis titulada “**Influencia de la cantidad adicionada de vidrio de desecho en remplazo de agregado fino, sobre la densidad, absorción y resistencia a la compresión en morteros y pilas de albañilería**” para optar el título de ingeniero de materiales. Cuyo **objetivo** fue definir en cuanto influye la cantidad de vidrio de desecho sobre la densidad, resistencia a la compresión en morteros, porcentaje de absorción y pilas de albañilería. La **metodología** aplicada en esta investigación es experimental mono factorial.

En sus **conclusiones** menciona:

- Se determinó que la influencia es significativa en la cantidad de remplazo de vidrio sobre la densidad, resistencia a la compresión en morteros, porcentaje de absorción y pilas de albañilería.
- Se obtuvo que el porcentaje de absorción máxima fue de 2.14%, para un mortero que se remplazó 100% del agregado fino por vidrio de desecho.
- La resistencia a la compresión máxima obtenida fue de 33.39Mpa mortero a base de cemento tipo I Co la cual se remplazó 20% de agregado fino por vidrio de desecho.

Esta investigación **aportó** en el presente estudio, que se puede utilizar el vidrio en cualquier material de unidades de albañilería.

**Rojas, (2015).** En su tesis titulada “Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de  $f'c=210 \text{ KG/CM}^2$  adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico” previo a la obtención del título de ingeniero civil. Cuyo **objetivo** fue estudiar la resistencia a compresión del concreto de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  incorporando un porcentaje de vidrio a la mezcla. La **metodología** que se aplicó en esta investigación es experimental porque nos permite manipular directamente la variable independiente y medir la variable dependiente, por lo que se realizara el ensayo de resistencia a compresión, en edades de 7, 14, 21 y 28 días.

En sus **conclusiones** menciona:

- La resistencia a compresión que se alcanzó en las edades de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días fueron de 18.4Mpa, 22.04Mpa, 24.54Mpa y 31.88Mpa respectivamente, la utilización de las proporciones tiene porcentajes de vidrio.
- Sabiendo que la consistencia del concreto de  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$  depende de la trabajabilidad de la misma (slump), conforme se realizó la dosificación resultó 8cm, la cual se realizó con el ensayo del cono de abrams, por lo tanto, se concluye que el vidrio molido no afecta en la trabajabilidad del concreto.
- En conclusión, los datos obtenidos no son satisfactorios en las propiedades de resistencia a compresión que debería de tener el concreto  $f'c = 2.10\text{Mpa}$ , al parecer el porcentaje de vidrio molido que se añadió a una dosificación normal no fue la suficiente.

El **aporte** que se obtuvo de esta investigación fue la de conocer las características y proporciones a las cuales se va remplazar el vidrio reciclado.

**Cabrera, (2014).** En su tesis titulada “Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014” previo a la obtención del título de Ingeniero civil. Cuyo **objetivo** fue realizar una comparación de la resistencia a compresión de adoquines de concreto y otros que fueron elaborados con vidrio. La **metodología** aplicada en esta investigación es experimental porque nos permite manipular directamente las variables independientes y medir la variable dependiente comparando la resistencia en adoquines elaborados con concreto convencional y adoquines elaborados con vidrio reciclado en Cajamarca en el año 2014.

En sus **conclusiones** manifiesta:

- El vidrio al tener una granulometría similar al agregado grueso, constituye un buen sustituto de éste, permitiendo tener una distribución continua y adecuada en la mezcla.
- Dentro de los adoquines elaborados con vidrio reciclado, se afirma que los adoquines con 25% y el de 50 % de vidrio de grano grueso tienen una resistencia mayor que los adoquines elaboradas sin vidrio.
- Los adoquines elaborados con un porcentaje de vidrio cumplen con el requisito de absorción establecido en la NTP 399.611.
- Al adicionar vidrio a la mezcla se genera un impacto positivo en la resistencia.

En sus **recomendaciones** menciona:

- Se recomienda que se realice adoquines con otros porcentajes de vidrio reciclado.

El **aporte** de este estudio fue en la utilización de la NTP y los requisitos a cumplir en el presente estudio.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

A continuación, se definirán algunas teorías que serán utilizadas en este proyecto de investigación:

#### **1.3.1. Componentes de adoquines con vidrio reciclado**

Los componentes o materiales utilizados en la investigación se mencionarán a continuación:

#### **1.3.1.1. Agregados**

Según Hidalgo, (2013). El agregado usado en la elaboración de adoquines debe de cumplir el siguiente requisito:

- El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor a  $\frac{1}{4}$  del espesor del adoquín.

Según la NTP 400.037 define al agregado como un grupo de granos de procedencia natural o artificial, las cuales son tratadas o elaboradas. Cuyos parámetros de las dimensiones están mencionados y se tiene que respetar el tamaño de las partículas de los agregados que menciona la presente norma. (2014, p.6).

#### **1.3.1.2. Cemento**

Según EcuRed, (2018) define que “El cemento es un conglomerante que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Al ser mezclado con agregados pétreos grava, arena y agua, crean una mezcla uniforme, maleable que fragua y se endurece lo cual forma el concreto” (párr. 1).

En tal sentido en el presente proyecto se utilizó el cemento portland tipo I con la cual se realizó la elaboración de adoquines, por lo que, el cemento cumplió con la Norma Técnica Peruana 334.009 Cemento.

#### **1.3.1.3. Agua de mezcla**

Según Hidalgo, D. (2013) menciona que el agua se encarga de conducir al cemento a sus cambios físicos (durante el fraguado y curado). Por otro lado, también influye en la trabajabilidad del concreto para que este sea transportado y moldeado. Asimismo, se tiene que impedir la presencia de sulfato en el agua de mezcla, por lo que estas generan caídas de resistencia y durabilidad.

El agua que se usó para elaborar adoquines, cumplió con la Norma Técnica Peruana 339.088 agua de mezcla.

#### **1.3.1.4. Vidrio**

Según Camelo el vidrio es un material duro, transparente por lo general, frágil, insoluble en la mayoría de los cuerpos conocidos y a elevadas temperaturas es fusible. Está

conformada por la mezcla potasa con sílice o soda y otras cantidades de bases, y su fabricación por lo general es en crisoles y hornos (2007, p. 16).

Para el presente proyecto, el vidrio que se utilizó, fueron recolectados de una vidriería ubicada en lima. Por lo que posteriormente se realizó el ensayo de granulometría, la cual la cual con los datos obtenidos se cumplió con lo estipulado en las normas. Los ensayos necesarios similares a la de los agregados que pide la Norma Técnica Peruana.

### Clasificación y componentes

El vidrio es un material que tiene gran cantidad de componentes la cual lo hace un material con combinación de sales y óxidos inorgánicos, también la sílice es un componente muy importante del vidrio. La sílice es similar al anhídrido bórico y al anhídrido fosfórico son componentes vitrificantes.

De la inmensa diversidad de vidrios que hay actualmente, por lo que José Fernández, en su libro “El vidrio”, Los clasifica según la naturaleza química de sus elementos de acuerdo a la Tabla 1:

*Tabla 1: Clasificación general de vidrios según su composición*

CLASIFICACIÓN		EJEMPLO DE SISTEMAS
INORGÁNICOS	Elementos	No metálicos S, Se, Te
		Metálicos Au-Si, Pt-Pd, Cu-Au
	Óxidos	SiO <sub>2</sub> , B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , GeO <sub>2</sub>
		SiO <sub>2</sub> -Na <sub>2</sub> O, B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -CaO, TeO <sub>2</sub> -PbO
	Calcogenuros	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub> , GeSe <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
	Halogenuros	BeF <sub>2</sub> , PbCl <sub>2</sub> , AgI
		ZrF <sub>4</sub> -BaF <sub>2</sub>
	Oxihalogenuros	NaF-BeF <sub>2</sub> -Pb(PO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -BaF <sub>2</sub>
	Oxinitruros	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> , AlN-Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>
Oxicarburos	MgO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -SiC	
Oxisales	HKSO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .5H <sub>2</sub> O, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	
ORGÁNICOS MIXTOS		Algunas siliconas, ormosiles híbridos
ORGÁNICOS		Glicoles, azúcares, polímeros (polietileno, polimetacrilatos, poliamidas, etc.)

*Fuente: Fernández, J., 2003*

## **Propiedades del vidrio**

El vidrio tiene propiedades similares a la de los agregados, por lo que le puede añadir una resistencia mayor a los adoquines que se elaboraran en este proyecto de investigación; las propiedades físico – mecánica del vidrio son: fragilidad, Dureza, elasticidad, peso específico, resistencia a la tracción y compresión.

### **1.3.2. Diseño de mezcla**

En el presente proyecto de se realizó un diseño de mezcla por el método del American Concrete Institute (ACI), con lo cual se tuvo proporciones adecuadas de agregado grueso, agregado fino, cantidad de agua y cemento, con lo cual se realizó la elaboración de adoquines.

### **1.3.3. Proceso de fabricación de adoquines**

El proceso de elaboración de adoquines consta de varias etapas que se mencionaran en siguiente:

Por lo que Hidalgo, D. 2013, los describe de la siguiente manera:

- **Dosificado**

El dosificado es lo primero que se tiene que hacer en el proceso de elaboración del adoquín. Consta en contar con las proporciones en peso obtenidas en el diseño para la cual fue diseñada la mezcla, la cantidad de cada insumo a utilizar en el concreto.

- **Mezclado**

El objetivo de esta etapa es alcanzar una mezcla homogénea la misma para trasladarla mecánicamente o manualmente. Al llevarlo mecánicamente que suele ser el que más se utiliza, se inicia colocando los materiales a la mezcladora, con lo cual tengan una mejor adherencia hasta llegar a tener una mezcla uniforme.

- **Moldeado**

Posteriormente del mezclado, se vierte el concreto al molde, previamente echado el desmoldante al molde y luego pasar a la vibro compactación la cual elimina los vacíos del concreto.

- **Fraguado**

El fraguado se da cuando se mezcla el cemento con el agua y demás agregados, por lo que se origina el endurecimiento del concreto. Para tener un fraguado apropiado, los adoquines fabricados no deben estar expuestos al sol ni al viento, a fin de evitar que mediante el calor de hidratación el adoquín pierda su contenido de humedad.

- **Curado**

El curado se realiza de manera manual, esto se trata de darle humedad al concreto, para que así no pierda su resistencia para la cual ha sido diseñada. Para esto, se acomodan los adoquines uniformemente para poder curarlos por toda su superficie y así tener la resistencia requerida.

### **1.3.4. Estructura del pavimento de Adoquines**

La estructura del pavimento está compuesta, en primer lugar, por los adoquines la cual conforma la capa de rodadura, luego está la cama de arena en la cual van los adoquines, debajo de la cama de arena esta la base, sub - base y la sub – rasante.

Por lo que a continuación se definirá cada una de las partes de la estructura de pavimentos adoquinados.

#### **1.3.4.1. Adoquín**

Según la NTP 399.611 define que el adoquín “Es una pieza de concreto simple, de forma nominal, prefabricada, que cumple con la presente norma” (2017, p.4).

Este sistema de adoquín se clasifica según indica la NTP 399.611(2017, p.5):

- **Tipo I** : Adoquines para pavimentos peatonales.
- **Tipo II** : Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
- **Tipo III** : Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores.

El proyecto de investigación se clasifica en el Tipo II, que es Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero cuya estructura del pavimento, según menciona el Manual de carreteras – sección: suelos y pavimentos son:

- **Sub - rasante**
- **Sub – base**
- **Base**
- **Capa de rodadura**
- **Cama de arena**

Por lo que a continuación se mostrara la estructura de pavimento de adoquines ya mencionado en la figura 1.



*Figura 1: Estructura de pavimento con adoquines de concreto*

*Fuente: Proyecto adoquines: Aspectos técnicos.*

### **1.3.5. Propiedades físico – mecánicas del adoquín**

En el presente desarrollo de proyecto de investigación se estudiaron las propiedades que pide la NTP 399.611, para pavimentos de tránsito ligero, la cual contribuirá a implementar un material que es nuevo para la construcción y ayudara a disminuir la contaminación ambiental que genera este residuo que es el vidrio.

#### **1.3.5.1. Propiedades físico – mecánicas**

Las propiedades físico – mecánicas de un producto te posibilitan percibir sus características de tal manera que el método que se aplique resista deformación, también te ayuda a eludir que falle por rotura. Por lo que, Arango menciona que se debe tener en cuenta

la calidad de materiales empleados en la construcción según los parámetros que te indica la norma que son valores y rangos que se deben de cumplir, para llevar a cabo la conformidad de las características físico – mecánica, por lo tanto, garantizar un mínimo de calidad al comprador y al usuario (2006, p. 123).

Por otro lado, también imprescindible considerarlos porque de esto depende un buen diseño y calidad de las mismas, esto debe realizar con la finalidad de hacer un producto que tenga una durabilidad.

### Propiedades Físicas

Las propiedades físicas son los cambios que tiene un material, por lo que son observables y medibles, la cual tienen que cumplir con lo establecido en las NTP.

- **Dimensiones del adoquín**

Los adoquines tienen dimensiones establecidas por la norma: Ancho, Largo y Espesor. Según la Norma Técnica Peruana 399.611.

Existe tolerancia de las dimensiones que se tiene que cumplir como lo indica la tabla 2.

*Tabla 2: Tolerancia dimensional*

<b>Tolerancia dimensional, máx. (mm)</b>	<b>Longitud</b>	<b>± 1,6</b>
	<b>Ancho</b>	<b>± 1,6</b>
	<b>Espesor</b>	<b>± 3,2</b>

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611*

- **Absorción de agua**

De acuerdo con la Universidad de Oviedo citado por (Plazas y Gamba, 2015, p.33):

La absorción ocurre en primer lugar por la trasmisión de vapor, es la propiedad más importante de elementos porosos. La sequedad de un material se ve afectada por la absorción y también los defectos que surgen con o sin agentes extraños. Hay varios factores que influyen en la cantidad de agua que puede ser absorbida. En primer lugar, la cantidad de poros de cara a la fuente de agua: mientras más poros tenga la cara mayor será la absorción. a mayor numero. Finalmente, la propia naturaleza absorbente de los agregados, tanto finos con gruesos, que componen al adoquín.

Se aplicará la siguiente fórmula para calcular el % de absorción:

$$\%a = \left( \frac{Ws - Wd}{Wd} \right) \times 100$$

**Dónde:**

Ws: Peso Saturado de la muestra, (Kg).

Wd: Peso Seco de la muestra, (Kg).

Por lo tanto, La Norma Técnica Peruana 399.611, Señala que los adoquines tienen que cumplir con lo estipulado acerca de la absorción máxima que se observa en la Tabla 3.

*Tabla 3: Absorción máx.*

Tipo de Adoquín	Absorción máx. (%)	
	Promedio de 3 Unidades	Unidad individual
I y II	6	7,5
III	5	7

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611*

**Propiedades mecánicas**

Las propiedades mecánicas son características de un material que está vinculado con la capacidad de transmitir y soportar esfuerzos.

- **Resistencia a la compresión**

Según Chacón y Lema menciona que el ensayo consta en la aplicación de una presión al producto hasta que se aprecie la rotura, con el propósito de conocer cuál es la resistencia de este. (2012, p. 71).

Por otro lado, Molina, Vizcaíno y Ramírez hacen mención que las muestras deben estar bien posicionados, por lo que, la fuerza que se pondrá simulará la carga que el adoquín soportará (2007, p. 110). La fórmula para hallar la resistencia a compresión de cada muestra es:

$$C = \frac{W}{A}$$

**Donde:**

**C:** Resistencia a la compresión (Kgf/cm<sup>2</sup>)

**W:** Fuerza máxima (de rotura), en Kgf, o la indicada por la máquina de ensayo.

**A:** Promedio de las áreas de las superficies superior e inferior de los especímenes (cm<sup>2</sup>).

Además, se debe cumplir con las especificaciones y requisitos de la NTP 399.611 que, se muestran en la siguiente tabla 4, explica cada resistencia que necesita el adoquín dependiendo del tipo para el cual se diseñara.

*Tabla 4: Espesor nominal y resistencia a la compresión.*

TIPO	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (Peatonal)	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥80	55 (561)	50 (510)

*Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611*

#### **1.4. Formulación del problema**

##### **1.4.1. Problema general**

¿De qué manera será el comportamiento de los adoquines elaborados con vidrio reciclado con respecto a sus propiedades físico - mecánicas para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018?

##### **1.4.2. Problema específico**

¿De qué manera influye el vidrio reciclado en las propiedades físicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018?

¿Cuál es la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018?

¿Cuál es el porcentaje adecuado de vidrio reciclado en la composición de la mezcla, que permita mejorar las características en las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018?

#### **1.5. Justificación del problema**

La investigación se fortalecerá con información correcta y veras, respetando y cumpliendo con las normas establecidas, de tal manera, que toda la indagación sirva para

dirigir la presente investigación, elaboración de Adoquines de concreto con vidrio reciclado, con el objetivo de cumplir con todo lo estipulado en la NTP 399.611 y con el propósito de reducir el impacto ambiental mediante la incorporación de un material reciclable.

- **Conveniencia:** La sugerencia que se plantea en este proyecto se califica por tener envolturas elementales bien descrito como es; la implementación de los residuos sólidos en el rubro de la construcción como en este caso es el vidrio reciclado con lo cual se busca generar una iniciativa para que los pobladores tomen conciencia del cuidado del medio ambiente.
- **Relevancia social:** En la actualidad se está notando el daño que generan los residuos sólidos al medio ambiente, ya que no se está tomando conciencia sobre los efectos que se tiene al desechar los residuos sólidos y un contaminante, el vidrio que no se puede degradar por el entorno, por lo tanto, la investigación busca reutilizar el vidrio reciclado e implementarlo en la ingeniería civil como un material para la construcción reemplazando un porcentaje al agregado grueso.
- **Justificación económica:** Habiendo mencionado la importancia de la reutilización de este tipo de residuos sólidos para la construcción, cabe recalcar que generará un ahorro de materiales como en el caso del agregado grueso, ya que si el vidrio reciclado cumpliera con las propiedades físico-mecánicas tendríamos una alternativa igual de funcional a lo tradicional contribuyendo con el medio ambiente.
- **Aporte teórico:** La realidad de poder elaborar un producto con un porcentaje de vidrio reciclado es complejo, ya que, debe de cumplir con las especificaciones y requisitos de la NTP 399.611, en las cuales destacan las propiedades físico – mecánicas. El vidrio tiene propiedades similares a la de los agregados, por ello sería una alternativa que llegaría a contribuir con el ambiente.
- **Aporte práctico:** La elaboración de este producto de la construcción no es nuevo en nuestro país, lo que sí es algo novedoso, es la implementación de residuos sólidos como es el vidrio reciclado, por ello se estudiara las propiedades físico – mecánicas para poder brindar un nuevo material de construcción que cumpla con la Norma Técnica Peruana 399.611.
- **Aporte metodológico:** para obtener lo que se ha planteado en el proyecto se emplearán instrumentos de medición para las variables. Estos instrumentos a aplicar son: ensayo de absorción de agua, ensayo de compresión y ensayo de desgaste, se tomarán en cuenta

las condiciones establecidas por la Norma Técnica Peruana 399.611, esto será analizado por expertos relacionados al tema.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La aplicación de vidrio reciclado mejora las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018.

### **1.6.2. Hipótesis específica**

El vidrio reciclado influye en las propiedades físicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018.

El vidrio reciclado influye en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018.

El 20% de vidrio reciclado es el adecuado en la composición de la mezcla, que permita mejorar las características en las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivos generales**

Evaluar el comportamiento de los adoquines elaborados con vidrio reciclado con respecto a sus propiedades físico - mecánicas para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Determinar la influencia del vidrio reciclado en las propiedades físicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018.

Estimar la influencia vidrio reciclado en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018.

Establecer el porcentaje adecuado de vidrio reciclado en la composición de la mezcla, que permita mejorar las características en las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1.Diseño de investigación**

El diseño de investigación es de tipo *cuasi – experimental*, por lo que se manipulo la variable independiente y se observó cual es el impacto que ocasiona a la variable dependiente.

### **2.1.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo **aplicada**, ya que, su objetivo fue realizar el análisis de una dificultad destinada a la acción. Este tipo de investigación puede contribuir nuevas alternativas si planificamos adecuadamente nuestra investigación aplicada, de tal manera que se pueda creer en los resultados puestos al descubierto, la nueva información puede ser provechosa e importante para la teoría (Baena, 2014, p. 11).

Asimismo, este proyecto tiene un enfoque metodológico **cuantitativo**, porque busco implantar vínculos causales que consideren una descripción del objetivo primordial del proyecto de investigación. Por ello Hernández et al, precisa que la investigación cuantitativa es secuencial, de modo que va en orden partiendo de un proyecto que va fijándose y delimitándose que posteriormente se procesen en propósitos y interrogantes de la investigación, se verifica la literatura y se levanta un marco o un panorama teórica (2014, p.18).

### **2.1.2. Nivel de investigación**

El Nivel de investigación de este proyecto es **Explicativa**, por lo que nos permitió analizar el vínculo y la conducta de las variables del proyecto.

Por lo que, Según Hernández et al, precisan el alcance explicativo de la siguiente manera:

El nivel explicativo está siendo ubicado más allá de la descripción de fenómenos o ideas o de la instauración de correlaciones entre juicios, en otras palabras, son las encargadas de contestar sobre el origen de los fenómenos físicos o sociales. Como la misma palabra lo dice, este nivel es la que se encarga de explicar la ocurrencia de un fenómeno y en qué situación se muestra. (2014, p. 95).

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **2.2.1. Variables**

Según Núñez define a las variables como características que obtienen distintos valores. Es una formula o un símbolo, por ello es una conceptualización que alcanza un valor no constante. (2007, p. 166)..

### **2.4.2. Operacionalización de variables**

Núñez menciona que la operacionalización de variables las expresa el investigador con la finalidad de expresar la acción que tiene que realizar, de modo que descompone de forma deductiva indicadores o aspectos que generan las variables. (2007, p. 173).

Por ello se definirá el concepto de cada variable que se mencionará en la siguiente tabla 5.

Tabla 5: Definición operacional de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Vidrio reciclado	(Hidalgo y Pobeda, 2013, p. 107) El vidrio es un material, cuya degradación tarda aproximadamente 4000 años debido a su elevada inercia, baja reactividad y la formación de una capa protectora, formada por el intercambio de iones hidrogeno (H+) presentes en el agua o aire con iones de sodio (Na+).	Para entender la variable independiente, se puede realizar de la siguiente manera, mediante el estudio de los materiales a utilizar en el proceso de elaboración del adoquín con un material reciclado.	Características del vidrio reciclado	Granulometría	Plantillas de laboratorio USS/ balanza/tamices
			Diseño de mezcla	Proporciones	Plantillas de laboratorio
Variable dependiente: Propiedades físico - mecánicas	(Arango, 2016, p. 123) menciona que para conseguir resultados favorables de las propiedades físico - mecánicas de un producto es imprescindible poseer el manejo de calidad de los materiales a emplear, ya que la norma menciona los parámetros que se debe cumplir con los materiales a utilizar en el producto.	La definición más exacta para la variable dependiente, se parte en dos dimensiones, por lo que se menciona en la siguiente columna, con ello se hallara los indicadores y se vera la influencia del material utilizado en el proyecto.	Propiedades físicas de adoquines con 0, 10, 20 y 30 porciento de vidrio reciclado.	Dimensiones	Ficha técnica de datos de la UNI
				Absorción	Ensayo de absorción
				Peso	Balanza
			Propiedades mecánicas de adoquines con 0, 10, 20 y 30 porciento de vidrio reciclado.	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

(Jiménez, 1998, p.37), “La población es un elemento de análisis, es aquella en la cual se busca que recaigan los resultados o conclusiones de la investigación”. Dicho de otro modo, la población llega a ser un grupo de procesos que se tienen que llegar a investigar para poder tener resultados efectivos.

La población tomada en cuenta para este estudio son adoquines con un espesor de 6 centímetros elaborados con 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, los cuales tienen que cumplir con los requisitos que estipula la NTP.

### 2.3.2. Muestra

(Valderrama, 2015 pág. 148) Define la muestra como “un subconjunto representativo que refleja fielmente las características de una población”

La muestra que se tomó en este proyecto de investigación estuvo en función a la NTP 399.611. Para la realización de la investigación, se experimentó con la elaboración de un promedio de 3 adoquines para cada tiempo de curado de 14, 21 y 28, ese mismo procedimiento se realizó para adoquines en las cuales se añadió 10, 20 y 30 por ciento de vidrio reciclado que reemplaza al agregado, lo cual nos dio un total de 48 muestras de adoquines que fueron ensayadas en el laboratorio y que cumplieron con la NTP 399.611.

Tabla 6: Muestras

Muestras					
Ensayo	Resistencia a la Compresión			Absorción	Cantidad de muestras por cada % añadido
Curado % vidrio	14 días	21 días	28 días	1 días	
0%	3 und	3 und	3 und	3 und	12 und
10%	3 und	3 und	3 und	3 und	12 und
20%	3 und	3 und	3 und	3 und	12 und
30%	3 und	3 und	3 und	3 und	12 und
Total					48 und

Fuente: Elaboración propia

## **2.4. Técnicas, instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas**

Según la página web sistema de biblioteca, define que los instrumentos y procedimientos son técnicas para poder acceder al conocimiento. Entrevistas, encuestas, observaciones y todo lo que se genera de ella. (2018, párr. 11).

Para el desarrollo de la investigación se tomó en cuenta las siguientes técnicas:

**Revisión de documentos:** Esta técnica fue utilizada para verificar los manuales, normas, libros, tesis y especificaciones referida a vías, para poder seguir el lineamiento de la dimensión que se utilizaron en el panel modular para conseguir los resultados que estén dentro de los parámetros.

**Observación directa:** Con este tipo de técnica se recolecto datos en el laboratorio, se realizaron ensayos y se evaluaron los comportamiento mecánico – dinámico de los paneles modulares con un porcentaje de vidrio reciclado con el cual se logró encontrar un nuevo material para elaborar adoquines de concreto con vidrio reciclado que fue remplazado con el agregado fino y grueso, con lo cual se disminuirá el impacto ambiental.

### **2.4.2. Instrumentos**

Según Sabino nos dice que el instrumento es un formato en los cuales se recolectan datos acerca de los fenómenos que se estudian, en general cualquier recurso que ayude a validar los datos recolectados por el investigador. (1992, p. 108).

Es por eso que en la investigación se realizaron ensayos para analizar y se recolectaron datos obtenidos de cada variable del proyecto, para ello se utilizaron fichas de recolección de datos.

#### **2.4.2.1. Ensayo de agregados y vidrio**

- **Análisis granulométrico**
  - Agregado grueso
  - Agregado fino
  - Vidrio
- **Contenido de humedad**

#### **2.4.2.2. Ensayo de absorción de agua en adoquines (NTP 399.604)**

Este ensayo se realizó para ver la cantidad de humedad que absorbe el adoquín elaborado con vidrio reciclado cuando estas mismas se someten a condiciones climáticas húmedas, Por lo tanto, se debe de cumplir con los parámetros establecidos por la NTP 399.611 mostrados en la tabla N°3.

#### **2.4.2.3. Ensayo de resistencia a la compresión**

Este ensayo se basa en ejercer una fuerza al adoquín hecho a base de vidrio reciclado hasta por las cuatro caras del espécimen, Esto se realizó para verificar si cumple con la resistencia que establece la NTP 399.611.

#### **2.4.2.4. Elaboración de adoquines con un porcentaje de vidrio reciclado**

##### **▪ Procedimiento**

Se recolecto todos los materiales (cemento, agregados grueso, agregado fino, agua y vidrio triturado).

Se realizo la trituración del vidrio de manera manual, posteriormente se seleccionará el grano de vidrio a utilizar en la mezcla.

Se dosifico cada material para cada mezcla con 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado.

Se mezclo las proporciones adecuadas.

Se lleno los moldes con la mezcla preparada.

Se encendió la mesa vibradora para eliminar el porcentaje de vacíos en los moldes llenos de mezcla.

Se desmoldo el adoquín en un lugar adecuado.

Se espero que cumpla con el fraguado correspondiente y se realizó su respectivo curado.

Se espera los 14, 21 y 28 días de curado.

Se traslado los adoquines a un laboratorio para realizar los respectivos ensayos.

#### **2.4.3. Validez**

Según (Marroquin Peña, 2013, pág. 94) nos dice que la validez “es el grado en que una prueba mide lo que se está diseñada a medir (...) incluye analizar el contenido de la prueba, calcular la correlación entre las calificaciones en la prueba y clasificaciones en el criterio de interés”.

Por lo tanto, para la validación del instrumento de recolección de datos sé necesito que sea evaluado por expertos (Ingenieros civiles).

Tabla 7: Rangos y magnitudes de validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Valides de instrumento de investigación, 2013, p.13)

Tabla 8: Coeficiente de Validez Por juicio de expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable independiente	1	1	1	1
Variable dependiente	1	1	1	1
<b>Índice de validez</b>				1

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los análisis de validez evaluados por tres profesionales que son ingenieros civiles, se alcanzó un nivel de validez del instrumento de recolección de datos de uno lo cual corresponde a una validez perfecta.

#### 2.4.4. Confiabilidad

Según Barón Diaz menciona que la confiabilidad hace alusión a una coherencia de evaluación, si el test actúa de modo similar bajo distintas circunstancias, dependiendo del tiempo de aplicación y del mismo instrumento, (2010, pág. 29).

Como lo indica el autor mencionado se especifico la conducta que tiene el adoquín en el momento que este es elaborado con un porcentaje de vidrio reciclado que remplaza al agregado fino y grueso, por lo cual la confiabilidad se da por los certificados de calibración de los equipos utilizados en los ensayos..

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Puesto que la investigación es cuantitativa, los datos recolectados nos permitieron realizar un análisis en el laboratorio, para la cual tuvimos que interpretarlos y sacar conclusiones de los datos recolectados. Según Morán y Alvarado, indica que los análisis de los datos son recogidos a través de entrevistas, cuestionarios, escala de actitudes, observación, grupos de enfoque u de otros medios; estos resultados obtenidos deben ser analizados de forma minuciosas para ver si responden a las preguntas de investigación y comprobar si la hipótesis es correcta o incorrecta. Para el análisis de datos es necesario dos componentes: lo que pretendemos hacer con los datos y la propuesta del problema (2010, p.56). El presente proyecto de investigación fue desarrollado en un laboratorio, por lo cual se realizaron ensayos y se obtuvieron las propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado.

## **2.6. Aspectos éticos**

En el presente desarrollo de proyecto de investigación, el investigador se comprometió a realizar todas las citas de todos los autores que se utilizaron para dar un concepto claro del proyecto de investigación.

Por otra parte, la información utilizada en el proyecto de investigación ha sido citada mediante la norma ISO 690-2.

### **III. RESULTADOS**

En el presente capítulo se presentan los resultados de la caracterización de los adoquines convencionales y adoquines elaborados con vidrio reciclado como agregado. Los aspectos visuales que llegamos a distinguir son dimensiones, textura y peso, así como la resistencia a la compresión de adoquines elaborados con vidrio reciclado.

Asimismo, se muestra los resultados de los ensayos realizados a las materias primas que componen la mezcla para la elaboración de adoquines, a los cuales se le realizó: contenido de humedad, peso específico, peso unitario, absorción y análisis granulométrico.

### **3.1. Descripción del proyecto**

En el presente desarrollo del proyecto de investigación se realizó adoquines con vidrio reciclado perteneciente de los residuos sólidos de vidrierías. Para la elaboración del adoquín se ha seleccionado un espesor de 6 cm, por lo tanto, como especifica la Norma Técnica Peruana 399.611, Adoquines de concreto, se realizó el diseño de mezcla de una resistencia de  $f'c=420\text{kg/cm}^2$ . Se planteo cumplir con todos los objetivos planteados en el proyecto, asimismo este material cumplió con todo lo que estipula NTP, por lo que es una alternativa muy importante para realizar pavimentación y cuidar el medio ambiente de manera paralela.

#### **3.1.1. Normatividad**

Para desarrollar el presente proyecto se empleó la NTP 399.611 para los adoquines de concreto, NTP 399.604 para métodos de muestreo y ensayos de albañilería de concreto, NTP 400.012 para realizar el análisis granulométrico de los agregados incluido el vidrio, NTP 339.185 para el método de ensayo normalizado para contenido de humedad y el método del American Concrete Institute (ACI) para el diseño de la mezcla.

#### **3.1.2. Requisitos**

En el presente proyecto se estudiaron las propiedades físicas y mecánicas que pide la NTP 399.611: Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos, requisitos, la cual contribuirá a implementar un material nuevo para la construcción y ayudara a disminuir la contaminación ambiental que genera este residuo solido que es el vidrio.

En la presente investigación se cumplió con lo estipulado en la norma técnica peruana.

### **3.1.2.1. Resistencia a la compresión**

Los adoquines elaborados con vidrio reciclado cumplen con lo indicado en la NTP 399.611, donde nos indica la resistencia para cada tipo de pavimento en base a su espesor nominal.

### **3.1.2.2. Absorción de agua**

Los adoquines elaborados con vidrio reciclado cumplen con lo indicado en la NTP 399.611, donde nos indica la absorción máxima que debe tener un adoquín elaborado con vidrio reciclado.

### **3.1.2.3. Dimensiones de las muestras**

Los adoquines elaborados con vidrio reciclado cumplen con lo indicado en la NTP 399.611, donde nos indica la tolerancia dimensional máxima que debe tener un adoquín elaborado con vidrio reciclado.

## **3.2. Resultados de laboratorio**

### **3.2.1. Estudio de agregados**

Para el desarrollo del proyecto se realizó un estudio de agregados las cuales nos dieron resultados para poder obtener el diseño de mezcla necesario para la elaboración de adoquines con vidrio reciclado.

#### **3.2.1.1. Granulometría del agregado fino**

- **Características del agregado fino**

Se identifica las características del agregado fino mediante el análisis granulométrico.

#### **Análisis granulométrico del agregado fino**

Mediante el análisis granulométrico se obtiene el porcentaje retenido de las partículas en cada tamiz, ver tabla 9.

Tabla 9: Análisis granulométrico de agregado fino

TAMIZ		% RETENIDO	% RET. ACUM	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1/2"	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	4.3	4.3	95.7
N°8	2.38	14.1	18.4	81.6
N°16	1.19	20.5	38.9	61.1
N°30	0.60	23.9	62.8	37.2
N°50	0.30	19.0	81.8	18.2
N°100	0.15	10.7	92.5	7.5
FONDO		7.5	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

### Curva de granulometría

La curva granulométrica obtenida que se muestra en la figura 2, nos indica que la muestra de agregado fino cuenta con diferente tamaño de partículas por la cual nos muestra una gráfica homogénea.

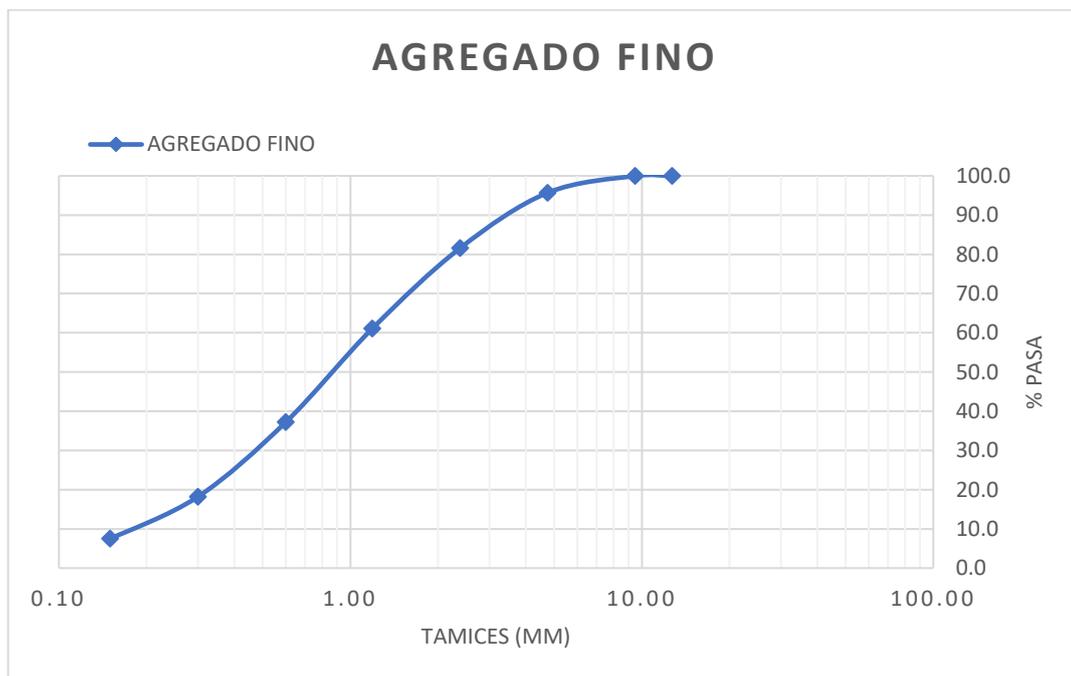


Figura 2: Curva granulométrica de la muestra de agregado fino

Fuente: Elaboración propia

### Propiedades físicas

Las propiedades físicas que obtuvimos nos sirvieron para realizar un diseño de mezcla adecuado.

Según la NTP 400.037:2014, el Módulo de Fineza no debe ser inferior de **2.3** ni superior de 3.1, por ello, según el ensayo granulométrico que se realizó a una muestra se obtuvo “2.99” de módulo de fineza. El resumen de los resultados de las propiedades físicas se muestra en la tabla 10.

$$mf = \frac{\sum \% Ret. acum (3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

*Tabla 10: Propiedades físicas del agregado fino*

Módulo de Fineza	2.99
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,725
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1,788
Peso Específico	2.67
Contenido de Humedad (%)	2.75
Porcentaje de Absorción (%)	0.62

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.1.2. Granulometría del agregado grueso

#### ▪ Características del agregado grueso

Se identifica las características del agregado grueso mediante el análisis granulométrico.

#### **Análisis granulométrico**

Mediante el análisis granulométrico se obtiene el porcentaje retenido de las partículas en cada tamiz, ver tabla 11.

*Tabla 11: Análisis granulométrico agregado grueso*

TAMIZ		% RETENIDO	% RET. ACUM	% PASA
(Pulg)	(mm)			
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	4.4	4.4	95.6
1/4"	6.35	0.0	4.4	95.6
N <sup>o</sup> 4	4.75	74.5	78.9	21.1
N <sup>o</sup> 8	2.38	0.0	78.9	21.1
FONDO	0.075	21.1	100.0	0.0

*Fuente: Elaboración propia*

### Curva de granulometría

La curva granulométrica obtenida que se muestra en la figura 3, nos indica que la muestra de agregado grueso cuenta con 2 tamaños de partículas por la cual se muestra una gráfica diferente a la del agregado fino.

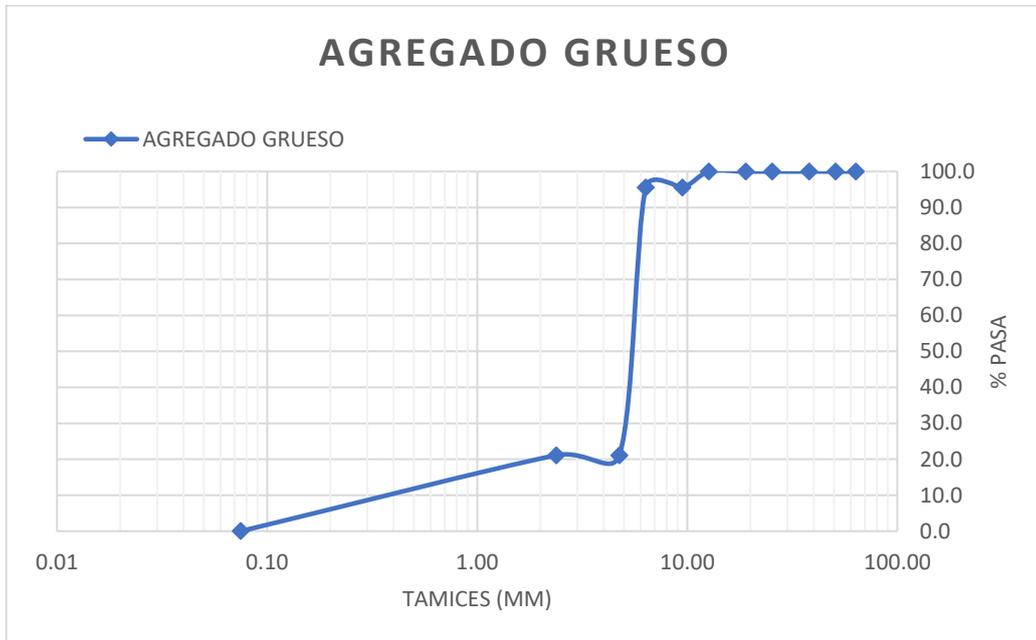


Figura 3: Curva granulométrica de la muestra de agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

### Propiedades físicas

Las propiedades físicas del agregado grueso se calcularon en el laboratorio la cual los datos obtenidos se muestran en la tabla 12.

Tabla 12: Propiedades físicas del agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Fineza	4.78
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,421
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1,643
Peso Específico	2.59
Contenido de Humedad (%)	0.31
Porcentaje de Absorción (%)	1.55

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1.3. Granulometría del agregado global

Las características del agregado global son muy importantes para poder realizar el diseño de mezcla adecuado.

- **Análisis granulométrico**

Se realizó el análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso, la cual se obtuvo porcentajes retenidos de las partículas en cada tamiz, Ver tabla 13.

*Tabla 13: Análisis granulométrico del agregado global*

TAMIZ		% RETENIDO	% RET. ACUM	% PASA
(Pulg)	(mm)			
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	1.1	1.1	98.9
N°4	4.75	21.8	22.9	77.1
N°8	2.38	10.6	33.5	66.5
N°16	1.19	15.4	48.9	51.1
N°30	0.60	17.9	66.8	33.2
N°50	0.30	14.3	81.1	18.9
N°100	0.15	8.0	89.1	10.9
FONDO		10.9	100.0	0.0

*Fuente: Elaboración propia*

- **Curva de granulometría**

La curva granulométrica obtenida se muestra en la figura 4, nos indica que la muestra de combinación de agregados cuenta con varios tamaños de partículas por la cual se muestra una gráfica homogénea.

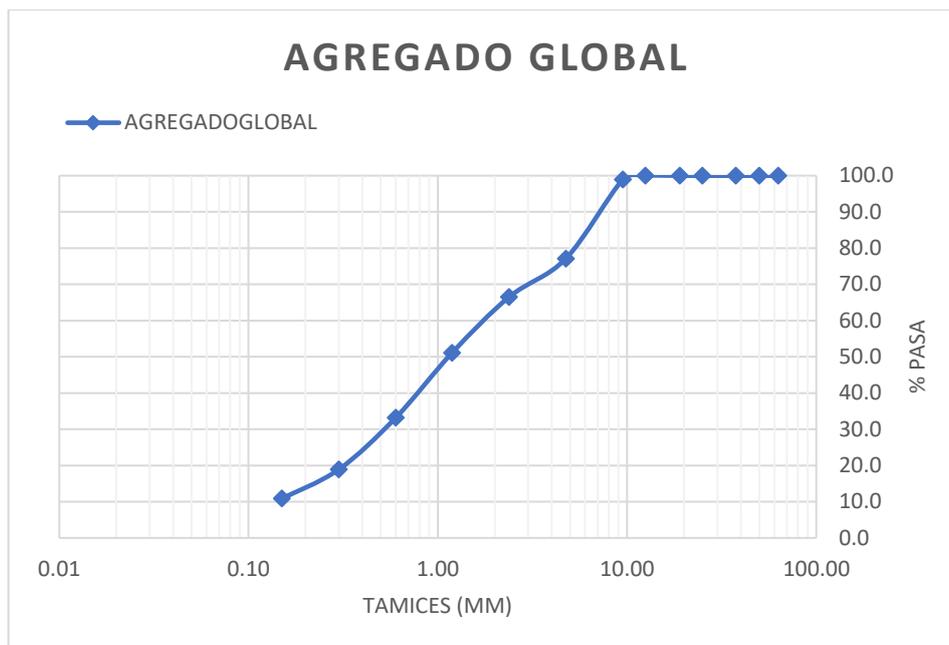


Figura 4: Curva granulométrica de la muestra de agregado global

Fuente: Elaboración propia

### Propiedades físicas

La tabla 14 nos muestra el resumen de la combinación de agregados.

Tabla 14: Propiedades físicas del agregado global

Tamaño Máximo Nominal	3/8"
Módulo de Fineza	3.43
% Agregado grueso	25
% Agregado fino	75

Fuente: Elaboración propia

#### 3.2.1.4. Granulometría del vidrio reciclado

- **Características del vidrio reciclado**

Para realizar este ensayo se recolecto el residuo solido de una empresa ubicada en lima, la cual se encarga de realizar trabajos de vidrios-aluminios y accesorios, ver Figura 5.



*Figura 5: Vidrio reciclado*

*Fuente: Elaboración propia*

Asimismo, se realizó la limpieza y se trituro el vidrio reciclado con máquina de mandíbula como se muestra en la figura 6. Para así cumplir con la granulometría.



*Figura 6: Trituración del vidrio reciclado*

*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Análisis granulométrico**

Se realizó el análisis granulométrico del vidrio reciclado, la cual se obtuvo porcentajes retenidos de las partículas en cada tamiz, Ver tabla 15.

Tabla 15: Analisis granulométrico del vidrio reciclado

TAMIZ		% RETENIDO	% RET. ACUM	% PASA
(Pulg)	(mm)			
1/2"	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	11.1	11.1	88.9
N°8	2.38	34.1	45.2	54.8
N°16	1.19	26.4	71.6	28.4
N°30	0.60	14.9	86.5	13.5
N°50	0.30	7.0	93.5	6.5
N°100	0.15	3.3	96.8	3.2
FONDO		3.2	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

▪ **Curva de granulometría**

La curva granulométrica obtenida se muestra en la figura 7, nos indica que la muestra de vidrio reciclado cuenta con varios tamaños de partículas por la cual se muestra una gráfica homogénea.



Figura 7: Curva granulométrica de la muestra de vidrio reciclado

Fuente: Elaboración propia

- **Propiedades físicas**

La única propiedad física del vidrio reciclado que se calculó fue el módulo de fineza, por lo que simplemente se realizó el remplazo de los agregados por el vidrio reciclado, por la cual el dato obtenido es:

$$\text{Modulo de fineza} = 4.05$$

### **3.2.2. Diseño de mezcla por el método del comité del ACI - 211**

Se realizó el diseño mezcla con los datos del ensayo granulométrico y las propiedades físicas de los materiales a utilizar en la mezcla.

#### **3.2.2.1. Materiales Utilizados**

**Cemento:**

Se utilizó el cemento sol tipo I proporcionado por el solicitante.

**Agregado fino:**

Consistente en una muestra de arena gruesa procedente de la cantera Carabayllo.

**Agregado grueso:**

Consistente en una muestra de piedra chancada de la cantera Carabayllo.

**Combinación de agregados:**

La granulometría global obtenida por la combinación del agregado grueso y agregado fino. (75, 25)

Asimismo, se obtuvo la proporción de materiales para llegar a una resistencia a la compresión de  $f'c=420$  kg/cm<sup>2</sup>, la cual se realizó un diseño para 1 m<sup>3</sup> de concreto y nos dio cantidades de arena, cemento, piedra y agua.

A este diseño se le remplazara porcentajes de arena, con lo cual se espera cumplir con los requisitos que indica la NTP 399.611 (Adoquines de concreto).

En el apartado **3.2.1**. Se encuentra las propiedades físicas de los materiales, en la tabla 16 se muestra el resumen de los resultados obtenidos en el análisis granulométrico, esto nos sirve para poder realizar el diseño que se requiere para la elaboración de adoquines con vidrio reciclado.

Tabla 16: Propiedades físicas de la arena gruesa y piedra chancada

Agregados	Agregado grueso	Agregado fino
Tamaño Máximo Nominal	3/8"	
Módulo de Fineza	4.78	2.99
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,421	1,725
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1,643	1,788
Peso Específico	2.59	2.67
Contenido de Humedad (%)	0.31	2.75
Porcentaje de Absorción (%)	1.55	0.62

Fuente: Elaboración propia

**Diseño de mezcla para adoquines para una resistencia de  $f'c=420\text{kg/cm}^2$ .**

**Paso #1:**

Diseñar y dosificar una mezcla de  $F'c=420\text{ kg/cm}^2$  para un slump 0" – 1" y (Arena, piedra) = (75%,25%).

**Paso #2:**

Calcular la resistencia promedio a la compresión del concreto requerida para dosificar la mezcla. Se trabajo con la tabla 17 que se muestra a continuación.

Tabla 17: Resistencia promedio a la compresión requerida

Resistencia especificada a la compresión, Mpa	Resistencia promedio requerida a la compresión, Mpa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.1 f'c + 5$

Fuente: Norma E-0.60, concreto armado (2015, p. 435)

Para poder hallar la resistencia promedio requerida se utilizó la siguiente formula,  $f'c > 35\text{ Mpa}$ , por lo que se utilizó la siguiente formula:

$$F'cr = 1.1 * 420 + 50$$

$$F'cr = 512\text{ kg/cm}^2$$

**Paso #3:**

Se calculo la cantidad de agua requerida para este diseño de mezcla, según la tabla, por lo que nuestro agregado global tiene un tamaño máximo nominal de 3/8", por lo tanto, la siguiente tabla 18 nos muestra la cantidad de agua necesaria para la mezcla.

*Tabla 18: Agua para el concreto en función al tamaño máximo nominal*

<b>AGUA (KG/M3) PARA EL CONCRETO EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO</b>					
<b>NOMINAL DEL AGREGADO</b>					
<b>SLUMP</b>	<b>9,5 mm</b>	<b>12,5 mm</b>	<b>9,5 mm</b>	<b>25 mm</b>	<b>37,5 mm</b>
	<b>(3/8")</b>	<b>(1/2")</b>	<b>(3/4")</b>	<b>(1")</b>	<b>(1 1/2")</b>
<b>Sin Aire incorporado</b>					
<b>25-50 (1"- 2")</b>	<b>207</b>	<b>199</b>	<b>190</b>	<b>179</b>	<b>166</b>
<b>75-100 (3"- 4")</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>205</b>	<b>193</b>	<b>181</b>
<b>150-175 (6"- 7")</b>	<b>243</b>	<b>228</b>	<b>216</b>	<b>202</b>	<b>190</b>
<b>Aire atrapado</b>	<b>3%</b>	<b>2.50%</b>	<b>2%</b>	<b>1.50%</b>	<b>1.50%</b>

*Fuente: ACI. 211*

Por lo que se muestra en la tabla 18, sabemos que según los datos obtenidos en el análisis granulométrico de la muestra se obtuvo un tamaño máximo nominal de 3/8", por lo tanto, según la tabla 17 tenemos que para 1 m<sup>3</sup> de concreto necesitan 207 kg/m<sup>3</sup>; se asumió una cantidad de agua de 212 kg/m<sup>3</sup> dependiendo del clima.

**Paso #4:**

Se calculo el aire atrapado en base al tamaño máximo nominal del agregado global, la cual se muestra en la tabla 17, lo cual nos indica que tiene 3 % de aire atrapado.

**Paso #5:**

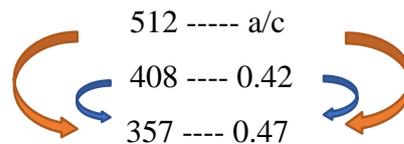
Se calculo la relación agua y cemento requerida mediante la interpolación de unidades que nos indican en la siguiente tabla 19, dependiendo de la resistencia requerida.

Tabla 19: Relación agua y cemento

RELACIÓN AGUA CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA			
Resistencia a la compresión Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )		Relación agua cemento (a / c )	
		Sin Aire incorporado al concreto	Con aire incorporado
40	408	0,42	-----
35	357	0,47	0,39
30	306	0,54	0,45
25	255	0,61	0,52
20	204	0,69	0,6
10	153	0,42	0,7

Fuente: Comité del ACI 211

Se realizo el cálculo de la relación agua y cemento, mediante la interpolación de las resistencias más cercanas a la resistencia requerida.



$$\frac{512 - 357}{408 - 357} = \frac{\frac{a}{c} - 0.47}{0.42 - 0.47}$$

$$\frac{a}{c} = 0.32$$

$$\text{Asumo } \frac{a}{c} = 0.36$$

$$\text{Por lo tanto, } C = \frac{\text{Agua}}{\frac{a}{c}}$$

$$C = \frac{212}{0.36} = 589 \text{ kg}$$

**Paso #6:**

Calculamos el peso seco de los materiales (WS).

Cemento: 589 kg

Agua: 212 kg

Arena: Peso específico\*volumen = 2670\*0.45 = 1201.5

Piedra chancada: Peso específico\*volumen = 2590\*0.15 = 388.5

Aire: 3%

**Paso #7:**

Con el ensayo granulométrico se obtuvieron los pesos específicos de los agregados, los cuales mencionamos a continuación.

Cemento: 3150

Agua: 1000

Arena gruesa: 2670

Piedra chancada: 2590

**Paso #8:**

Calculamos el volumen de los materiales.

$$Volumen = \frac{Ws}{Pe}$$

$$\text{Cemento: } \frac{589}{3150} = 0.187$$

$$\text{Agua: } \frac{212}{1000} = 0.212$$

Por lo tanto, calculamos el volumen parcial =  $0.187 + 0.212 = 0.40 \text{ m}^3$

$$\text{Volumen del agregado} = 1 - 0.40 = 0.60 \text{ m}^3$$

De los cuales el 75 % es arena gruesa y el 25% es piedra chancada.

$$\text{Arena gruesa} = 0.60 * 0.75 = 0.45 \text{ m}^3$$

$$\text{Piedra chancada} = 0.60 * 0.25 = 0.15 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 0.03$$

**Paso #9:**

Calculamos el peso unitario seco de los materiales con la siguiente formula:

$$WUS = \frac{WS}{WS.Cemento}$$

$$WUS.Cemento = \frac{589}{589} = 1$$

$$WUS.Agua = \frac{212}{589} = 0.36$$

$$WUS.Arena = \frac{1201.5}{589} = 2.04$$

$$WSU.Piedra = \frac{388.5}{589} = 0.66$$

**Paso #10:**

Calculo del peso de la obra ( $W_o$ ), con la siguiente formula:

$$\text{Cemento } (W_o) = 589 \text{ kg}$$

$$\text{Agua } (W_o) = 212 - (26.3 + -4.83) = 190 \text{ kg}$$

$$\alpha = 1234 * \left(\frac{2.75-0.62}{100}\right) = 26.3 \quad \beta = 389 * \left(\frac{0.31-1.55}{100}\right) = -4.83$$

$$\text{Arena } (W_o) = 1201.5 * \left(1 + \frac{2.75}{100}\right) = 1234 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra } (W_o) = 388.5 * \left(1 + \frac{0.31}{100}\right) = 389 \text{ kg}$$

**Paso #11:**

Calculamos el peso unitario de la obra (Wuo):

$$\text{Cemento} = 1$$

$$\text{Agua} = 0.32$$

$$\text{Arena gruesa} = 2.10$$

$$\text{Piedra chancada} = 0.66$$

$$\text{Total} = 4.08$$

**Paso #12:**

Calculamos el peso unitario de obra por bolsa de cemento:

$$\text{Cemento} = 42.5 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 0.32 * 42.5 = 13.6 \text{ kg}$$

$$\text{Arena gruesa} = 2.10 * 42.5 = 89.3 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra chancada} = 0.66 * 42.5 = 28.05 \text{ kg}$$

**Paso #13:**

Calculamos el volumen en Pie<sup>3</sup>:

$$\text{Vol.} = \frac{W}{Pus} \text{ m}^3 \times \frac{35.31 \text{ pie}^3}{1 \text{ m}^3} = \frac{W}{Pus} * 35.31 \text{ pie}^3$$

$$\text{Cemento} = 1 \text{ pie}^3$$

$$\text{Agua} = 13.6 \text{ lt}$$

$$\text{Arena gruesa} = \frac{89.3}{1725} * 35.31 = 1.83 \text{ pie}^3$$

$$\text{Piedra chancada} = \frac{28.05}{1421} * 35.31 = 0.70 \text{ pie}^3$$

**Paso #14:**

Calculamos la mezcla de prueba para realizar los adoquines:

$$\text{Mezcla prueba} = WUO * F \text{ donde } F = \frac{54}{4.08} = 13.2$$

$$\text{Cemento} = 1 * 13.2 = 13.2 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 0.32 * 13.2 = 4.22 \text{ kg}$$

$$\text{Arena gruesa} = 2.10 * 13.2 = 27.72 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra chancada} = 0.66 * 13.2 = 8.71 \text{ kg}$$

A continuación, se muestra las proporciones de los materiales del concreto:

### Características generales

Denominación	.....	F'c=420kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	.....	0" – 1"
Relación a/c de diseño	.....	0.32
Relación a/c de obra	.....	0.36
Proporciones de diseño	.....	1: 1.83: 0.70
Proporciones de obra	.....	1: 1.83: 0.70

### Cantidad de materiales por m<sup>3</sup> de concreto

Cemento	.....	589 kg
Arena	.....	1234 kg
Piedra	.....	389 kg
Agua	.....	190 L

### Cantidad de material bolsa de cemento

Cemento	.....	42.50 kg
Arena	.....	89.3 kg
Piedra	.....	28.05 kg
Agua	.....	13.6 L

### Proporción aproximada en volumen

Proporciones	.....	1: 1.83: 0.70
Agua	.....	13.6 L/bolsa

### 3.2.2.2. Proporciones utilizadas para la elaboración de adoquines

$$\text{Mezcla de prueba} = 15 * 0.06 * 0.2 * 0.1 * 1.05 = 0.019 \text{ m}^3$$

#### **Proporción para la mezcla de prueba con 0% de vidrio reciclado**

Cemento .....	11.2 kg
Arena .....	23.45 kg
Piedra .....	7.4 kg
Agua .....	3.61 L

#### **Proporción para la mezcla de prueba con 10% de vidrio reciclado**

Cemento .....	11.2 kg
Arena .....	21.10 kg
Piedra .....	6.66 kg
vidrio .....	3.09 kg
Agua .....	3.61 L

#### **Proporción para la mezcla de prueba con 20% de vidrio reciclado**

Cemento .....	11.2 kg
Arena .....	18.76 kg
Piedra .....	5.92 kg
vidrio .....	6.17 kg
Agua .....	3.61 L

#### **Proporción para la mezcla de prueba con 30% de vidrio reciclado**

Cemento .....	11.2 kg
Arena .....	16.42 kg
Piedra .....	5.18 kg
vidrio .....	9.25 kg
Agua .....	3.61 L

### 3.2.3. Equipamiento

#### 3.2.3.1. Molde para elaborar adoquines

Para realizar la elaboración de adoquines convencionales y adoquines con vidrio, se tuvo que comprar el molde. Ver figura 8.



*Figura 8: Molde para adoquines*

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.2.3.2. Mesa vibradora**

Para la elaboración de adoquines convencionales y adoquines con vidrio se necesita de una mesa vibradora la cual se muestra en la figura 9, para así eliminar los vacíos del concreto y poder obtener la resistencia deseada.



*Figura 9: Mesa vibradora*

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.2.4. Proceso de elaboración de adoquines**

#### **▪ Proporción de agregados del concreto**

Para realizar la mezcla se calcularon proporciones de 75% de arena gruesa, 25 % de piedra chancada, cantidad de agua y cemento. La cual se calculó de la siguiente manera, se

asume una prueba de 15 adoquines, se calcula el volumen y posteriormente se obtiene las proporciones requeridas.

La cual nos dio las siguientes proporciones:

$$\text{Mezcla de prueba} = 15 * 0.06 * 0.2 * 0.1 * 1.05 = 0.019 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 0.019 * 589 = 11.20 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 0.019 * 190 = 3.61 \text{ kg}$$

$$\text{Arena gruesa} = 0.019 * 1234 = 23.45 \text{ kg}$$

$$\text{Piedra chancada} = 0.019 * 389 = 7.4 \text{ kg}$$

Se realizo el pesado de las muestras para la elaboración. Ver figura 10 y 11.



*Figura 10: Peso de la piedra chancada y cemento*

*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 11: Peso de la arena gruesa y vidrio reciclado*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Mezclado de agregados**

Después de realizar el pesado de los agregados se procede a realizar la mezcla manual.

Ver figura 12.



*Figura 12: Mezcla de agregados*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Moldeado de los adoquines**

Se realizó el mezclado de los agregados hasta ver una homogeneidad de los agregados y posteriormente realizar el moldeado. Ver figura 13.



*Figura 13: Moldeado del adoquín*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Vibrado de las muestras**

Se realizó el vibrado de las muestras, para eliminar los vacíos y así llegar a la resistencia para la cual fue diseñada la mezcla. Ver figura 14.



*Figura 14: Vibrado de las muestras*

*Fuente: Elaboración propia*

Se vibro aproximadamente 1 minuto y posteriormente se pasó la regla para nivelar la parte superficial de las muestras. Se desmoldo las muestras y se realizó el marcado para poder identificar las muestras con 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado. Ver figura 15.



*Figura 15: Muestras*

*Fuente: Elaboración propia*

#### ▪ **Curado**

Finalmente, el curado es uno de los procesos más importantes, por lo que se esperó que las muestras fragüen aproximadamente de 6 a 8 hrs, y seguidamente colocar las muestras dentro de un bidón lleno de agua potable, se esperó un curado a 14 días, 21 días y 28 días. Ver figura 16.



*Figura 16: Curado de las muestras*

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.2.5. Dimensiones de los adoquines**

Los adoquines elaborados con vidrio reciclado cumplieron con lo indicado en la NTP 399.611, donde nos indica la tolerancia dimensional máxima que debe tener un adoquín elaborado con vidrio reciclado.

Después de haber elaborado las muestras, se obtuvieron las siguientes características físicas del adoquín.

Se realizó la medición de las muestras, se obtuvieron los datos de adoquines con 0% de vidrio reciclado, que se muestran en la tabla 20, donde se cumple con lo que indica la NTP 399.611. En la cual menciona: Longitud =  $\pm 1.6$  mm; Ancho =  $\pm 1.6$  mm y Espesor =  $\pm 3.2$  mm.

*Tabla 20: Dimensiones de adoquines con 0% de vidrio reciclado*

Muestra	Adoquín con 0% de vidrio Reciclado		
	Dimensiones del adoquín		
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)
1	10	20.1	5.9
2	10.1	20	6.1
3	9.9	19.6	6.15
<b>Promedio</b>	10.00	19.90	6.05

*Fuente: Elaboración propia*

Asimismo, también se realizó la medición de las muestras, se obtuvieron los datos de adoquines con 10% de vidrio, que se muestran en la tabla 21, donde se cumple con lo estipulado en la NTP 399.611, adoquines de concreto en la cual indica: Longitud =  $\pm 1.6$  mm; Ancho =  $\pm 1.6$  mm y Espesor =  $\pm 3.2$  mm.

*Tabla 21: Dimensiones de adoquines con 10% de vidrio reciclado*

Muestra	Adoquín con 10% de vidrio Reciclado		
	Dimensiones del adoquín		
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)
1	10	20.15	6
2	9.9	20.1	6.1
3	10	20.1	5.9
<b>Promedio</b>	9.97	20.12	6.00

*Fuente: Elaboración propia*

Del mismo modo, también se realizó la medición de las muestras, se obtuvieron los datos de adoquines con 20% de vidrio, que se muestran en la tabla 22, donde se cumple con lo estipulado en la NTP 399.611. Adoquines de concreto en la cual indica: Longitud =  $\pm 1.6$  mm; Ancho =  $\pm 1.6$  mm y Espesor =  $\pm 3.2$  mm.

*Tabla 22: Dimensiones de adoquines elaborados con 20% de vidrio reciclado*

Muestra	Adoquín con 20% de vidrio Reciclado		
	Dimensiones del adoquín		
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)
1	10.2	20.1	5.85
2	10	20	6.1
3	10.1	19.9	5.9
<b>Promedio</b>	10.10	20.00	5.95

*Fuente: Elaboración propia*

Por último, también se aplicó el mismo procedimiento anterior, en la cual se obtuvo resultados similares, se obtuvieron los datos de adoquines con 30% de vidrio, que se muestran en la tabla 23, donde se cumple con lo estipulado en la NTP 399.611. Adoquines de concreto en la cual indica: Longitud =  $\pm 1.6$  mm; Ancho =  $\pm 1.6$  mm y Espesor =  $\pm 3.2$  mm.

Tabla 23: Dimensiones de adoquines con 30% de vidrio reciclado

Muestra	Adoquín con 30% de vidrio Reciclado		
	Dimensiones del adoquín		
	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)
1	10	20	6.5
2	9.95	20.1	6
3	10.1	20.15	5.9
<b>Promedio</b>	10.02	20.08	6.13

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.6. Ensayo de absorción en adoquines

Según la NTP 399.611, los especímenes deben de cumplir con los requisitos de absorción, que se muestran en el apartado 1.3.5.1, donde nos indica el porcentaje máximo de un promedio de 3 adoquines.

Se procedió a realizar el ensayo de absorción en adoquines de concreto con 0% de vidrio sumergido 24 horas y de una resistencia de  $F'c=420\text{kg/cm}^2$ , en el cual se tuvo los resultados, ver tabla 24.

Tabla 24: Resultados del ensayo de absorción en adoquines con 0% de vidrio reciclado

MUESTRA	ABSORSIÓN
M - 1	5.5
M - 2	5.3
M - 3	5.1
PROMEDIO	5.3

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar el ensayo de absorción en adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado sumergido 24 horas y de una resistencia de  $F'c=420\text{kg/cm}^2$ , en el cual se tuvo los resultados, ver tabla 25.

Tabla 25: Resultado de ensayo de absorción en adoquines con 10% de vidrio reciclado

MUESTRA	ABSORSIÓN
M - 1	5.2
M - 2	4.8
M - 3	5.1
PROMEDIO	5

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar el ensayo de absorción en adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado sumergido 24 horas y de una resistencia de  $F'c=420\text{kg/cm}^2$ , en el cual se tuvo los resultados, ver tabla 26.

*Tabla 26: Resultado de ensayo de absorción en adoquines con 20% de vidrio reciclado*

<b>MUESTRA</b>	<b>ABSORSIÓN</b>
M - 1	4.5
M - 2	4.7
M - 3	4.4
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.5</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de absorción en adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado sumergido 24 horas y de una resistencia de  $F'c=420\text{kg/cm}^2$ , en el cual se tuvo los resultados, ver tabla 27.

*Tabla 27: Resultado de ensayo de absorción en adoquines con 30% de vidrio reciclado*

<b>MUESTRA</b>	<b>ABSORSIÓN</b>
M - 1	5.5
M - 2	5.3
M - 3	5.1
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.3</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Resumen del ensayo a absorción en adoquines con 0%, 10%, 20% y 30%, La cual se muestra en la tabla 28.

*Tabla 28: Resultados promedio del ensayo de absorción en adoquines con vidrio reciclado*

<b>MUESTRA</b>	<b>ABSORSIÓN PROMEDIO (%)</b>
0% de vidrio reciclado	5.3
10% de vidrio reciclado	5
20% de vidrio reciclado	4.5
30% de vidrio reciclado	5.3

*Fuente: Elaboración propia*

Como se tiene los datos obtenidos en la tabla 28, se sabe que se cumplió con lo que estipula la norma técnica peruana 399.611 del apartado 6.2, en la cual nos indica que las muestras de un promedio de 3 especímenes para adoquines tipo II no deben pasar el 6%.

### 3.2.7. Peso de las muestras (adoquín)

Se realizó el pesado de las muestras con 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado las cuales se muestra en la tabla 29.

*Tabla 29: Resultado del peso de las muestras con 0%, 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado*

MUESTRAS	PESO (KG)
0%	2.87
10%	2.78
20%	2.75
30%	2.71

*Fuente: Elaboración propia*

Según los resultados obtenidos se aprecia que a mayor porcentaje de vidrio reciclado el peso disminuye ligeramente porque el vidrio tiene un peso similar al de los agregados.

### 3.2.8. Resistencia a la compresión en adoquines

Según la NTP 399.611, los adoquines deben de cumplir con los requisitos de resistencia a la compresión, que se muestran en el apartado 1.3.5.1, donde nos indica la resistencia a la compresión mínima que debe tener las muestras en un promedio de 3 especímenes.



*Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión en adoquines*

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 0% de vidrio reciclado curado a 14 días, en la cual, los resultados que se obtuvieron se muestran en la tabla 30.

*Tabla 30: Resultados de ensayo a compresión de adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 14 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)</b>
<b>M - 1</b>	464.0
<b>M - 2</b>	544.6
<b>M - 3</b>	461.7
<b>PROMEDIO</b>	490.1

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado curado a 14 días, en la cual, los resultados que se obtuvieron se muestran en la tabla 31.

*Tabla 31: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 14 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)</b>
<b>M - 1</b>	519.5
<b>M - 2</b>	479.1
<b>M - 3</b>	491.7
<b>PROMEDIO</b>	496.8

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado curado a 14 días, en la cual, los resultados que se obtuvieron se muestran en la tabla 32.

*Tabla 32: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 14 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)</b>
<b>M - 1</b>	479.9
<b>M - 2</b>	524.0
<b>M - 3</b>	464.7
<b>PROMEDIO</b>	489.5

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado curado a 14 días, en la cual, los resultados que se obtuvieron se muestran en la tabla 33.

*Tabla 33: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 14 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)</b>
<b>M - 1</b>	465.0
<b>M - 2</b>	518.5
<b>M - 3</b>	471.6
<b>PROMEDIO</b>	485.0

*Fuente: Elaboración propia*

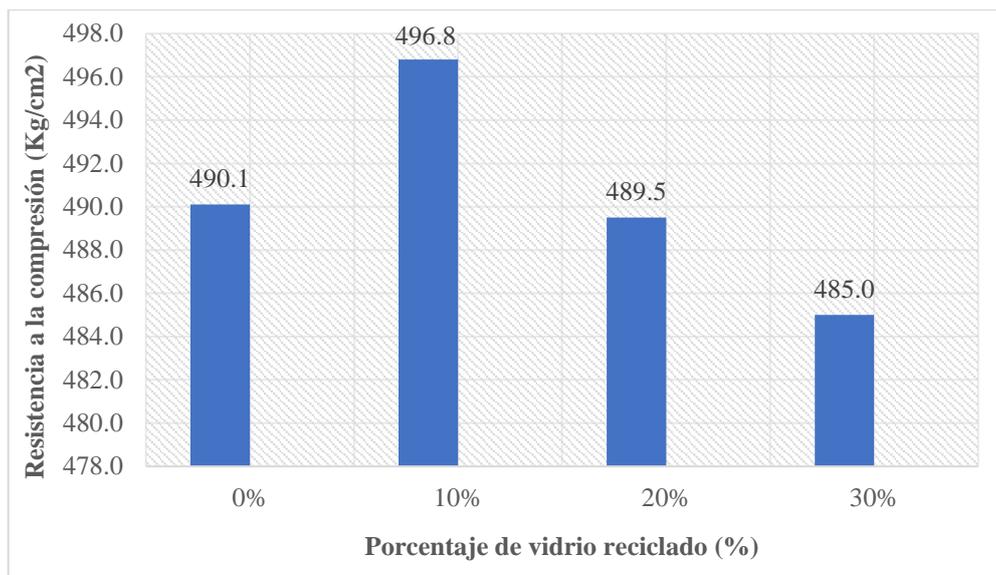
Resumen del ensayo a compresión de adoquines con 0%, 10%, 20% y 30% curado a 14 días, La cual se muestra en la tabla 34.

*Tabla 34: Resumen de resultados de ensayo a compresión en adoquines con un porcentaje de vidrio curado a 14 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO</b>	
	<b>(kg/cm2)</b>	<b>Mpa</b>
0% de vidrio reciclado	490.1	49.5
10% de vidrio reciclado	496.8	50.1
20% de vidrio reciclado	489.5	49.4
30% de vidrio reciclado	485.0	48.9

*Fuente: Elaboración propia*

Como se tiene los resultados obtenidos en la tabla 33, se sabe que se cumplió con lo que estipula la NTP 399.611, adoquines de concreto del apartado 6.1, en la cual nos indica que las muestras de un promedio de 3 especímenes para pavimentos de tipo II, tienen que cumplir con una resistencia mínima de 420 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, en la figura 18, se muestra la curva de la resistencia a la compresión promedio a los 14 días de edad vs porcentaje de vidrio reciclado.



*Figura 18: Resistencia a la compresión promedio a los 14 días de edad vs Porcentaje de vidrio reciclado*

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** El ensayo a compresión de adoquines de concreto con vidrio reciclado a los 14 días de edad permite identificar que las muestras con 10% de vidrio reciclado alcanzan una mayor resistencia (496.8 kg/cm<sup>2</sup>), y a la vez se observa que conforme se incrementa el porcentaje de vidrio reciclado en remplazo de la arena gruesa y piedra chancada, la resistencia disminuye ligeramente, Sin embargo todas las muestras sobrepasan la resistencia mínima de 420 kg/cm<sup>2</sup> que indica la NTP 399.611; Adoquines de concreto.

Asimismo, se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 0% de vidrio reciclado curado a 21 días, en la cual, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 35.

*Tabla 35: Resultados de ensayo a compresión de adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 21 días*

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
M - 1	464.3
M - 2	491.6
M - 3	517.7
<b>PROMEDIO</b>	491.2

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado curado a 21 días, en la cual, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 36.

*Tabla 36: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 21 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>M - 1</b>	530.9
<b>M - 2</b>	466.1
<b>M - 3</b>	484.3
<b>PROMEDIO</b>	493.7

*Fuente: Elaboración propia*

También, se procedió a realizar el ensayo a compresión en adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado curado a 21 días, en la cual, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 37.

*Tabla 37: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 21 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>M - 1</b>	536.3
<b>M - 2</b>	518.4
<b>M - 3</b>	574.1
<b>PROMEDIO</b>	542.9

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo a compresión de adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días, en la cual, los resultados que se obtuvieron se muestran en la siguiente tabla 38.

*Tabla 38: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>M - 1</b>	575.6
<b>M - 2</b>	528.1
<b>M - 3</b>	531.6
<b>PROMEDIO</b>	545.1

*Fuente: Elaboración propia*

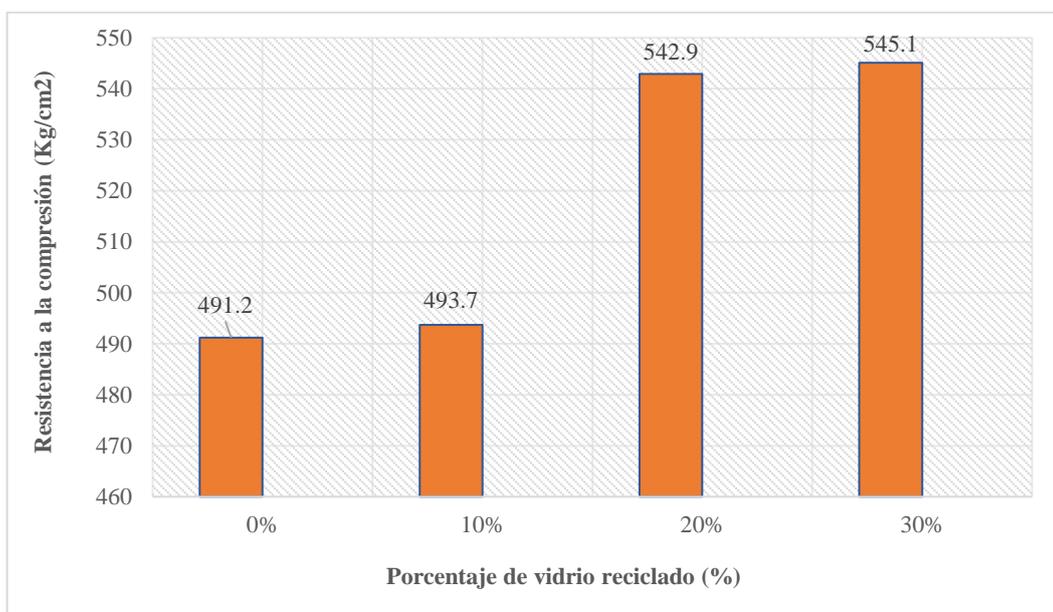
Resumen de los ensayos a compresión de adoquines con 0%, 10%, 20% y 30% curado a 21 días, La cual se muestra en la tabla 39.

*Tabla 39: Resumen de resultados de ensayo a compresión en adoquines con un porcentaje de vidrio curado a 21 días*

MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO	
	(kg/cm <sup>2</sup> )	Mpa
0% de vidrio reciclado	491.2	49.6
10% de vidrio reciclado	493.7	49.8
20% de vidrio reciclado	542.9	54.8
30% de vidrio reciclado	545.1	55.0

*Fuente: Elaboración propia*

Los resultados que se obtuvieron, nos indica que cumple con la norma técnica peruana en la cual nos indica que la resistencia mínima es de 420 kg/cm<sup>2</sup> y por lo tanto los datos obtenidos sobrepasan el valor que estipula NTP 399.611, adoquines de concreto. Por lo tanto, en la figura 19 se muestra la resistencia a la compresión promedio a 21 días de edad vs porcentaje de vidrio reciclado.



*Figura 19: Resistencia a la compresión promedio a los 21 días de edad vs porcentaje de vidrio reciclado*

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** El ensayo a compresión de adoquines de concreto con vidrio reciclado a los 21 días de edad, se observa que conforme se incrementa el porcentaje de vidrio reciclado en remplazo de la arena gruesa y piedra chancada, la resistencia se eleva ligeramente, Sin embargo, todas las muestras sobrepasan la resistencia mínima que indica la norma técnica peruana 399.611; Adoquines de concreto.

Por otro lado, también se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 0% de vidrio reciclado curado a 28 días, en la cual, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 40.

*Tabla 40: Resultados de ensayo a compresión de adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 28 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>M - 1</b>	616.6
<b>M - 2</b>	655.1
<b>M - 3</b>	613.2
<b>PROMEDIO</b>	628.3

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado curado a 28 días, en la cual, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 41.

*Tabla 41: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 28 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>M - 1</b>	494.7
<b>M - 2</b>	490.6
<b>M - 3</b>	537.9
<b>PROMEDIO</b>	507.7

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado curado a 28 días, en la cual, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 42.

*Tabla 42: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 28 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>M - 1</b>	546.5
<b>M - 2</b>	596.4
<b>M - 3</b>	599.8
<b>PROMEDIO</b>	580.9

*Fuente: Elaboración propia*

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado curado a 28 días, en la cual, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 43.

*Tabla 43: Resultado de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 28 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>M - 1</b>	487.9
<b>M - 2</b>	539.8
<b>M - 3</b>	533.0
<b>PROMEDIO</b>	520.2

*Fuente: Elaboración propia*

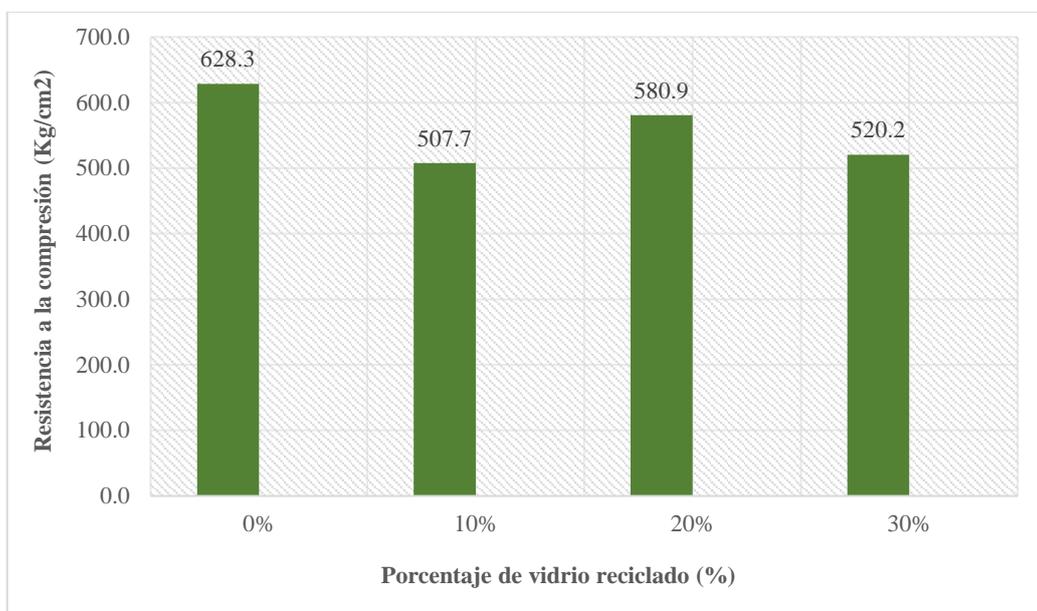
Resumen del ensayo de resistencia a la compresión de adoquines con 0%, 10%, 20% y 30% curado a 28 días, La cual se muestra en la tabla 44.

*Tabla 44: Resumen de resultados de ensayo a compresión en adoquines con un porcentaje de vidrio curado a 28 días*

<b>MUESTRA</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO</b>	
	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mpa</b>
0% de vidrio reciclado	628.3	64.5
10% de vidrio reciclado	507.7	51.5
20% de vidrio reciclado	580.9	58.9
30% de vidrio reciclado	520.2	52.7

*Fuente: Elaboración propia*

Según los resultados obtenidos, se cumple con la NTP 399.611, adoquines de concreto. En la cual nos indica que la resistencia mínima es de 420 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, los datos obtenidos sobrepasan el valor que estipula norma técnica peruana. Por otro lado, en la figura 20 se muestra la resistencia a la compresión promedio a 28 días de edad vs porcentaje de vidrio reciclado.



*Figura 20: Resistencia a la compresión promedio a los 28 días de edad vs porcentaje de vidrio reciclado*

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** El ensayo a compresión de adoquines de concreto con vidrio reciclado a los 28 días de edad, se observa que conforme se incrementa el porcentaje de vidrio reciclado en remplazo de la arena gruesa y piedra chancada, la resistencia disminuye ligeramente, Sin embargo, todas las muestras sobrepasan la resistencia mínima que indica la NTP 399.611; Adoquines de concreto.

Finalmente se procedió a realizar la figura 21, donde nos muestra la resistencia máxima que llegaron las muestras en cuanto al porcentaje de vidrio añadido en la mezcla en base a los días de curado. Con los valores de la tabla 45.

Tabla 45: Resumen de resultados obtenidos en el laboratorio

% de vidrio	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	14 días	21 días	28 días
0%	490.1	491.6	628.3
10%	496.8	493.7	507.7
20%	489.5	542.9	580.9
30%	485.0	545.1	520.2

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la resistencia a la compresión de adoquines elaborados con vidrio reciclado en base al tiempo de curado. Ver figura 21.

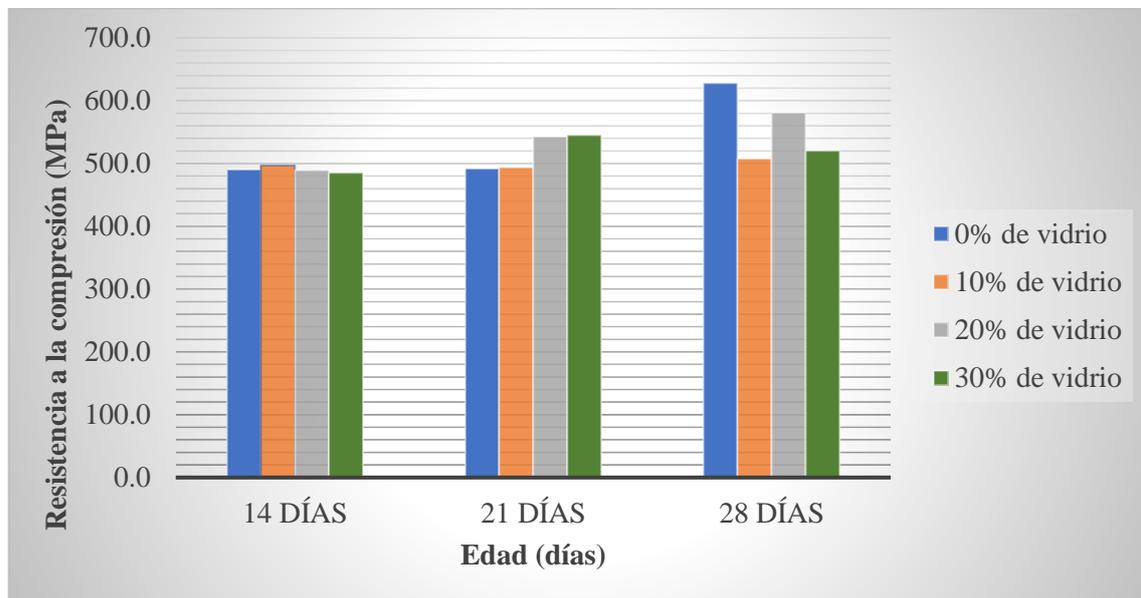


Figura 21: Resistencia a la compresión de adoquines con vidrio reciclado vs tiempo de curado

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Los ensayos a compresión de las diferentes edades muestran que a los 14 días de curado la mayor resistencia son las muestras con 10% de vidrio reciclado, a los 21 días, los adoquines con 20% de vidrio reciclado presentan una mayor resistencia a la compresión y a los 28 días de curado las muestras sin vidrio presentan mayor resistencia que con los adoquines con vidrio reciclado.

## **IV. DISCUSIÓN**

- Discusión 1:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis general “Hi: La aplicación de vidrio reciclado mejora las propiedades físico – mecánicas del adoquín para pavimentos de transito ligero, Lima – 2018”, se logró definir mediante ensayos que el empleo del vidrio reciclado mejora las propiedades físico - mecánicas de los adoquines. Estos resultados guardan relación con Cabrera, En su tesis titulada “Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014”, tuvo como resultado que, entre los adoquines fabricados con un porcentaje de vidrio, se puede afirmar que aquellos con un 25% y 50% de vidrio de grano grueso presentan una mayor resistencia que aquellas sin vidrio.
- Discusión 2:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi1: El vidrio reciclado influye en las propiedades físicas del adoquín para pavimentos de transito ligero, Lima – 2018”, se logró determinar que el adoquín sin vidrio reciclado tiene un peso unitario de 2.87kg, sin embargo, el adoquín con 10% de vidrio reciclado tiene un peso unitario de 2.78kg, el adoquín con 20% de vidrio reciclado tiene un peso unitario de 2.75kg y el adoquín con 30% de vidrio reciclado tiene un peso unitario de 2.71kg, estos resultados guardan relación con Catalán, en su tesis cuyo título es “Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30”, en el año 2013, tuvo como resultado que el reemplazo de parte de los áridos por vidrio triturado no provoca cambios significativos en la densidad del hormigón, no se genera un aumento excesivo del peso final de las probetas, ya que el vidrio posee una densidad del mismo orden que los áridos utilizados, manteniéndose dentro del rango permitido por la norma, para los áridos utilizados en hormigones.

Asimismo, según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi1: El vidrio reciclado influye en las propiedades físico del adoquín para pavimentos de transito ligero, Lima – 2018”, se logró determinar que los adoquines convencionales y con vidrio reciclado están dentro de lo que establece la norma técnica peruana 399.611, adoquines de concreto, en cuanto a porcentaje de absorción máximo.

Estos resultados tienen relación con Cabrera, (2014). En su tesis titulada “Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014”, en el año 2014 de tipo aplicada y diseño experimental, tuvo como resultado que los adoquines con un porcentaje de vidrio cumplen con el porcentaje de absorción establecido en la norma NTP 399.611.

- Discusión 3:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi2: El vidrio reciclado influye en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018”, se logró determinar que la aplicación del vidrio reciclado mejora las propiedades mecánicas del adoquín la cual nos muestra en la figura 19, se aprecia que a los 21 días de curado la resistencia de los adoquines con 20% y 30% aumentan ligeramente. Estos resultados guardan relación con Daniel, Hidalgo y Ricardo, Poveda, en su proyecto “Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado”, en el año 2013, tuvo como resultado los adoquines fabricados con vidrio se puede afirmar que aquellos con 25% de vidrio de grano fino presentan una mayor resistencia a la compresión que aquellos con 15% de vidrio de grano grueso. Pero, en lo que no concuerda el estudio es con Catalán, en su tesis cuyo título es “Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30”, en el año 2013, menciona que, al incluir mayor porcentaje de vidrio a la mezcla, esta influye en la disminución de la resistencia. En este estudio no se encontraron estos resultados, al contrario, los resultados obtenidos a 21 días de curado fueron que a mayor porcentaje de vidrio mayor era la resistencia.
- Discusión 4:** Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi4: El porcentaje de vidrio reciclado es el adecuado en la composición de la mezcla, que permita obtener adecuadas características en las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018”, se logró determinar que los adoquines elaborados con 20% de vidrio reciclado son los que más se adecuan en la mezcla, ya que presentan un ligero crecimiento de la resistencia de 489.5 kg/cm<sup>2</sup>, 542.9 kg/cm<sup>2</sup> y 580.9 kg/cm<sup>2</sup>, a edades de 14 días, 21 días y 28 días consecutivamente, por lo que también cumplen con el requisito de absorción y sobrepasan la resistencia mínima de la norma técnica peruana 399.611. Estos resultados tienen relación con Peñafiel, en su tesis titulada “Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en remplazo parcial del agregado fino”, en el año 2016, tuvo como resultado que en las muestras ensayadas a 14 días, demuestran que al aumentar el vidrio molido la resistencia se reduce ligeramente, hasta la mezcla que contiene 20% de vidrio, a partir de aquí se produce un aumento de la resistencia hasta alcanzar el 102.5% de la resistencia de diseño.

## **V. CONCLUSIONES**

- **Conclusión 1:** Se logro definir mediante ensayos que el empleo del vidrio reciclado mejora las propiedades físico - mecánicas de los adoquines.
- **Conclusión 2:** Se logró definir que el empleo del vidrio reciclado en las muestras disminuye el Peso Unitario con respecto a las muestras sin vidrio reciclado. La muestra con 10% de material reciclado disminuye su Peso Unitario en 3.1%, la muestra con 20% de material reciclado disminuye en 4.1% y la muestra con 30% de material reciclado disminuye en 5.6%. Con lo cual se ve claramente que al implementar el material reciclado hace que la muestra sea más liviana y de fácil traslado. Por otro lado, las dimensiones de los adoquines cumplen con los parámetros de tolerancia dimensional que estipula la NTP 399.611.
- **Conclusión 3:** Se logro definir que el empleo del vidrio reciclado mejora las propiedades mecánicas del adoquín la cual nos muestra en la figura 19, se aprecia que a los 14 días de curado la resistencia de los adoquines con 10% aumento ligeramente en un 1% con respecto al adoquín sin vidrio reciclado, a los 21 días de curado la resistencia de los adoquines con 20% y 30% aumentan ligeramente en un 10.4% con respecto al adoquín sin material reciclado y con un curado a los 28 días la resistencia de todo los adoquines sobrepasa los parámetros que estipula la norma técnica peruana.
- **Conclusión 4:** Se logro obtener el porcentaje adecuado del material reciclado en los adoquines con 20% de vidrio, ya que se obtuvo resultados positivos en cuanto a la absorción, la cual fue 4.5% y la resistencia a la compresión que se obtuvo fue de 489.5 kg/cm<sup>2</sup>, 542.9 kg/cm<sup>2</sup> y 580.9 kg/cm<sup>2</sup>, en edades de 14 días, 21 días y en 28 días consecutivamente, por lo que también cumplen con el requisito de absorción y sobrepasan la resistencia mínima de la norma técnica peruana 399.611.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- **Recomendación 1:** Se recomienda realizar un estudio reemplazando un porcentaje mayor al 40% de vidrio reciclado y de la misma granulometría utilizada en este estudio para ver si la aplicación del vidrio mejora sus propiedades físico - mecánicas de adoquines y estas cumplan con la NTP 399.611.
- **Recomendación 2:** Se recomienda utilizar un molde adecuado para los adoquines de concreto, preferible que tengan un sistema de des moldaje simple para obtener buenas propiedades físicas de las muestras.
- **Recomendación 3:** Asimismo, se recomienda vibrar aproximadamente 1 minuto para así eliminar vacíos y esta misma no influya en la pérdida de las propiedades de los bloques con vidrio reciclado y posteriormente pasada las 12 horas de fraguado realizar el respectivo curado de las muestras.
- **Recomendación 4:** Se recomienda utilizar un tamaño máximo de vidrio reciclado menor al utilizado en el presente estudio (N°4), ya que el presente estudio se encontraron resultados positivos en cuanto al porcentaje de absorción y de la misma manera en la resistencia a la compresión, por ello se debe reducir el tamaño máximo nominal del vidrio y ver cómo se comportan los especímenes con vidrio molido (TMN, N°8).

## **VII. REFERENCIAS**

RESIDUOS Profesionales. 8 de septiembre de 2015. Disponible en: <https://www.residuosprofesional.com/millones-toneladas-residuos-urbanos/>

MINISTERIO de Ambiente. (2008). Construcción de criterios técnicos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos con alta tasa de biodegradación, plásticos, vidrio, papel y cartón. Bogotá, Colombia.

El 89.9% de las carreteras no están pavimentadas a nivel departamental [en línea]. Perú 21.PE. 4 de julio de 2017. [Fecha de consulta: 7 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://peru21.pe/economia/89-9-carreteras-pavimentadas-nivel-departamental-85563>

HIDALGO Laguna, D. Obtención de Adoquines Fabricados Con Vidrio Reciclado como Agregado. (Tesis de Ingeniería mecánica). Quito: Universidad Politécnica Nacional, 2013. 129 pp.

PEÑAFIEL Carrillo, D. Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en remplazo parcial del agregado fino. Tesis (Título de Ingeniero civil). Ambato: Universidad técnica de Ambato, 2016. 101 pp.

CATALÁN Arteaga, C. Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Valdivia: Universidad austral de Chile, 2013. 81 pp.

ALMEIDA Beltrán, J. Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones. Tesis (Título Ingeniero Civil). Quito: Universidad central del Ecuador. 2017. 221 pp.

CABRERA Barboza, L. Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014. Tesis (Título Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad privada de norte, 2014. 102 pp.

SISTEMA de biblioteca. 2018. Disponible en:

[http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/metodos\\_tecnicas\\_investigacion.php](http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/metodos_tecnicas_investigacion.php)

INACAL. Norma técnica peruana 400.037:2014. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. 2014.

ECURED. 19 de junio de 2018. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Cemento>

INACAL. Norma técnica peruana 334.009:1997. CEMENTOS. Cemento Portland.

Requisitos. 1997. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/20899803/334-009-Cemento>.

CAMELO Ramírez, Jorge. Propuesta del montaje de una fábrica de láminas de vidrio en Riohacha y productos secundarios a partir de vidrio reciclable. Tesis (Título de Ingeniería industrial). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2007. Disponible en: <http://studylib.es/doc/5093692/el-vidrio-como-una-alternativa---pontificia-universidad-j...>

FERNANDEZ, J. (2003). Textos universitarios: EL vidrio (3ra ed.). Madrid: Consejo superior de investigaciones científicas – Departamento de publicaciones. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=4GsNCPQRaTwC&printsec=frontcover&source=gs\\_bse\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=4GsNCPQRaTwC&printsec=frontcover&source=gs_bse_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

PLAZAS Riaño, Seidel y GAMBA Valenzuela, Gustavo. Caracterización de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto con adición de residuos de caucho reciclado producto de las llantas usadas. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015. Disponible en <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3201/1/CARACTERIZACION%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MECANICAS%20DE%20ADOQUINES%20DE%20CONCRETO%20CON%20ADICION%20DE%20RESIDUOS%20DE%20CAUCHO%20RECICLADO%20PRODUCTO%20DE%20LAS%20LLANTAS%20USADAS.pdf>

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

INACAL. Norma Técnica Peruana 399.661: 2017. Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. 2017.

INACAL. Norma Técnica Peruana 399.604: 2015. Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. 2015.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. 2010. Disponible en <file:///C:/Users/SCARLETH/Downloads/CE.010PUrbanos.pdf>

ARANGO, Juan. Adoquines de concreto: propiedades físico – mecánicas y sus correlaciones. *Revista Tecnológicas*, (16): 121 – 136, julio 2006.

PARIGUAMÁN Quilumbra, Alex. Correlación entre las propiedades mecánicas de los adoquines fabricados con agregados reciclados y adoquines convencionales. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017. Disponible en <file:///C:/Users/SCARLETH/Downloads/T-UCE-0011-301.pdf>

CHACÓN Guerra, Edgar y LEMA Carrera, Gladys. Estudio comparativo de elementos fabricados de hormigón con material reciclado PET (polietileno tereftalato) y de hormigón convencional. Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2012. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4837/1/CD-4430.pdf>

MOLINA Restrepo, Schirley, VIZCAINO Cagueño, Adriana y RAMIREZ Santa María, Freddy. Estudio de las características físico – mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el Municipio de Acacias (META). Tesis (Titulo de Ingeniería Civil). Colombia: Universidad de la Salle, 2007. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15143/40002085.pdf?sequence=2>

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. [en línea]. 1.ª ed. México: San Juan tlihuaca. 2014. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2010.

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. *Revista Investigación educativa*, 11 (20): 163 – 179, julio y diciembre 2007.

JIMÉNEZ R. Metodología de la Investigación. Elementos básicos para la investigación clínica. Editorial Ciencias Médicas, La Habana, 1998.

SABINO, Carlos. EL proceso de investigación. Caracas: Panapo, 1992 [fecha de consulta: 2 de noviembre de 2017]. Disponible en: [https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion\\_carlos-sabino.pdf](https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com/2008/02/el-proceso-de-investigacion_carlos-sabino.pdf)

INACAL. Norma Técnica Peruana 400.012: 2001. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 2001.

INACAL. Norma Técnica Peruana 339.185: 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2013.

MARROQUÍN, Peña. (2013). Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación. Lima: Universidad Enrique Guzmán y valle.

BARÓN, Díaz, L. Y. (2010). Confiabilidad y validez de constructo del instrumento “Habilidad de cuidado de cuidadores familiares de personas que viven una situación de enfermedad crónica”. Bogotá D, C: Universidad Nacional de Colombia.

MORAN, Gabriela y ALVARADO, Darío. Métodos de investigación. México: Pearson, 2010.

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones, (Perú). 2015. 799 pp.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

“Estudio de las propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>¿De qué manera será el comportamiento de los adoquines elaborados con vidrio reciclado con respecto a sus propiedades físico - mecánicas para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿De qué manera influye el vidrio reciclado en las propiedades físicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018?</p> <p>¿Cuál es la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje adecuado de vidrio reciclado en la composición de la mezcla, que permita mejorar las características en las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018?</p>	<p>Evaluar el comportamiento de los adoquines elaborados con vidrio reciclado con respecto a sus propiedades físico - mecánicas para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>Determinar la influencia del vidrio reciclado en las propiedades físicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018.</p> <p>Estimar la influencia del vidrio reciclado en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018.</p> <p>Establecer el porcentaje adecuado de vidrio reciclado en la composición de la mezcla, que permita mejorar las características en las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018.</p>	<p>La aplicación de vidrio reciclado mejora las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>El vidrio reciclado influye en las propiedades físicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018.</p> <p>El vidrio reciclado influye en las propiedades mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima-2018.</p> <p>El 20% de vidrio reciclado es el adecuado en la composición de la mezcla, que permita mejorar las características en las propiedades físico - mecánicas del adoquín para pavimentos de tránsito ligero, Lima – 2018.</p>	<p><b>V. Independiente:</b> vidrio reciclado</p> <p><b>V. Dependiente:</b> Propiedades físico – mecánicas de adoquines</p>	<p>Características del vidrio reciclado</p> <p>Diseño de mezcla</p> <p>Propiedades físicas de adoquines con 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado.</p> <p>Propiedades mecánicas de adoquines con 10%, 20% y 30% de vidrio reciclado.</p>	<p>Granulometría</p> <p>Proporciones</p> <p>Dimensiones</p> <p>Peso</p> <p>Absorción</p> <p>Resistencia a la compresión</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b> Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACION:</b> Explicativa</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b> Experimental – Cuasi Experimental</p> <p><b>POBLACION:</b> Adoquines de concreto</p> <p><b>Muestras</b> 48 adoquines</p> <p><b>TECNICA:</b> Observación directa y documentación</p> <p><b>INSTRUMENTO:</b> Instrumento de recolección de datos</p>

## Anexo 2: Instrumento de recolección de datos, Granulometría



### INSTRUMENTO DE RECOPIACION DE DATOS

TITULO: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO, LIMA - 2018

AUTOR: HURTADO PARDO LECHCOP

**Información general:**

Ubicación: \_\_\_\_\_  
 Distrito: \_\_\_\_\_  
 Provincia: \_\_\_\_\_

1°	2°	3°

**GRANULOMETRIA DE AGREGADOS**

**Agregado grueso**

Tamiz	Peso Ret. (gr)	% retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
Nº 4				
Fondo				
Total		M.F.		

Tipo: \_\_\_\_\_

Tipo: \_\_\_\_\_

Cantera: \_\_\_\_\_

Peso Muestra: \_\_\_\_\_

**Secado de muestra**

	Fecha	Hora
Inicio		
Fin		

**Agregado fino**

Tamiz	Peso Ret. (gr)	% retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"				
Nº 4				
Nº 8				
Nº 16				
Nº 30				
Nº 50				
Nº 100				
Fondo				
Total		M.F.		

Horno: \_\_\_\_\_

Balanza: \_\_\_\_\_

Tamizadora: \_\_\_\_\_

**Vidrio Reciclado**

Tamiz	Peso Ret. (gr)	% retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
Nº 4				
Fondo				
Total		M.F.		

*Paul Pinto*  
 RAUL A. PINTO BARRANTI  
 C.I.P. 51304.

*Santos Ricardo Padilla Pichér*  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHER  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

*P. Corzo Luaga*  
 P. CORZO LUAGA  
 C.I.P. Nº 50070

### Anexo 3: Instrumento de recolección de datos, Diseño de mezcla



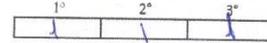
#### INSTRUMENTO DE RECOPIACION DE DATOS

TITULO: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO, LIMA - 2018

AUTOR: HURTADO PARDO LECHICOP

**Información general:**

Ubicación: \_\_\_\_\_  
 Distrito: \_\_\_\_\_  
 Provincia: \_\_\_\_\_



**Propiedades físicas de los agregados / proporción**

A G R E G A D O S	ITEM	Agregado fino	Agregado grueso
	P.e.		
	P.U.S.		
	P.U.C.		
	C. Humed.(%)		
	TNM		
	MF		
COMBINACION D1 (%)			
COMBINACION D2 (%)			
COMBINACION D3 (%)			
COMBINACION D4 (%)			

Cemento	Tipo
	P.E
Aire	% Aire atrp.

OTROS	SLUMP	
	a/c	Agua

Vidrio Reciclado	Adicion	
	P.E	
	% W cemento	

D I S E Ñ O 1	Material	Peso seco	P.e.	Vol. Abs.	a/c = Agua			Mez (Kg)	P/bol Cem.	P. Vol	Bol Cem.
					D.U.S.	D.O.	D.U.O.				
	Cemento										N°=
	Agua										
	Agregado fino										
	Agregado grueso										
	Aire										Slump:
	Vidrio										
	P.U.C.S.										

D I S E Ñ O 2	Material	Peso seco	P.e.	Vol. Abs.	a/c = Agua			Mez (Kg)	P/bol Cem.	P. Vol	Bol Cem.
					D.U.S.	D.O.	D.U.O.				
	Cemento										N°=
	Agua										
	Agregado fino										
	Agregado grueso										
	Aire										Slump:
	Vidrio										
	P.U.C.S.										

**Observaciones y comentarios:**

1°) \_\_\_\_\_  
 2°) \_\_\_\_\_  
 3°) \_\_\_\_\_

Leyenda	
	0 = No válido
	1 = Válido

*Raul A. Pinto Barrantel*  
**RAUL A. PINTO BARRANTEL**  
 CIP. 51304

*Santos Ricardo Padilla Picher*  
**SANTOS RICARDO PADILLA PICHER**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

*Fernando*  
**F. CORZO ALISGA**  
 C.F.P. N° 50070

## Anexo 4: Instrumento de recolección de datos, Propiedades físicas y mecánicas



### INSTRUMENTO DE RECOPIACION DE DATOS

**TITULO:** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO, LIMA - 2018

**AUTOR:** HURTADO PARDO LEHCOP

Nº de especimen de adoquín:

**Información general:**

Ubicación: \_\_\_\_\_  
 Distrito: \_\_\_\_\_  
 Provincia: \_\_\_\_\_

1° 2° 3°

**Propiedades físicas del adoquín:**

Dimensiones del adoquín	Alto (mm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Ancho (mm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Largo (mm)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Peso del adoquín (Kg)		<input type="text"/>	<input type="text"/>
Absorción de agua (%)		Ps - Peso seco (gr)	<input type="text"/>
		Pss - Peso saturado superficialmente seco (gr)	<input type="text"/>

**Propiedades mecánicas del adoquín:**

Resistencia a la compresión Mpa (Kg/cm2)		W - Carga (N)	<input type="text"/>
		A - Promedio del area superior e inferior de la muestra (cm2)	<input type="text"/>
Resistencia al desgaste por abrasión (mm)		Fc - Factor de calibración (mm)	<input type="text"/>
		AB - Longitud de la huella (mm)	<input type="text"/>

**Caracterización del vidrio:**

Vidrio reciclado	Granulometría	<input type="text"/>
------------------	---------------	----------------------

**Observaciones y comentarios:**

1°) \_\_\_\_\_  
 2°) \_\_\_\_\_  
 3°) \_\_\_\_\_

Leyenda	0 = No válido
	1 = Válido

*Raul Pinto*  
 RAUL A. PINTO BARRANTI  
 CIP 51304

*Santos Ricardo Padilla Pichén*  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

*A. Corzo*  
 A. CORZO SUAGA  
 C.Z.P. Nº 50070

# Anexo 5: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 0% de vidrio reciclado

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

## INFORME

**Del A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

**: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**

**: HURTADO PARDO LECHCOP**

**: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO**

**: LIMA**

**: Ensayo de Absorción en Adoquines de Arcilla Cocida.**

**: 18-4090**

**: 63031**

**: 20/11/2018**

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO**

**3.0. RESULTADOS**

**: Adoquín de concreto con 0% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm; curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.**

**: Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.**

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	5.5
M - 2	5.3
M - 3	5.0
PROMEDIO =	5.3

---

**4.0. OBSERVACIONES :**

**Hecho por Técnico**

**1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.**

**: Mag. Ing. C. Villegas M.**

**: Sr. R. V. M.**

**Ms. Ing. Ana Torre Carrillo**  
**Jefe (e) del laboratorio**

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

# Anexo 6: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 14 días

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

#### LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"



---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 20/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquín de concreto con 0% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

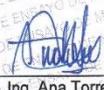
**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 16 de Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2789.8	200.0	100.0	60.0	200.0	92807	464.0	46.8
M - 2 :	2898.0	202.0	102.0	60.0	206.0	112217	544.6	55.0
M - 3 :	2905.7	200.0	101.0	60.0	202.0	93262	461.7	46.6
PROMEDIO =							490.1	49.5

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. R. V. M.





Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 7: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 10% de vidrio reciclado

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
 Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

#### LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

---

## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Absorción en Adoquines de Arcilla Cocida.  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 20/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.

**3.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	5.2
M - 2	4.8
M - 3	5.1
PROMEDIO =	5.0

**4.0. OBSERVACIONES** : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico** : Sr. R. V. M.

**Ms. Ing. Ana Torre Carrillo**  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

## Anexo 8: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 14 días

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
 Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

---

### INFORME

**Del:** Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A:** HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra:** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO REICLADO  
**Ubicación:** LIMA  
**Asunto:** Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
**Expediente N°:** 18-4090  
**Recibo N°:** 63031  
**Fecha de emisión:** 20/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA:** Adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO:** Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

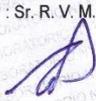
**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO:** Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS:** Fecha de Ensayo 16 de Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2801.1	200.0	101.0	60.0	202.0	104935	519.5	52.4
M - 2 :	2756.6	200.0	100.0	60.0	200.0	95828	479.1	48.3
M - 3 :	2790.8	201.0	101.0	60.0	203.0	99810	491.7	49.6
PROMEDIO =							496.8	50.1

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. R. V. M.





Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001


 Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046


[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)  

[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)  

 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 9: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 20% de vidrio reciclado

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
 Engineering  
 Technology  
 Accreditation  
 Commission



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

#### LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



---

### INFORME

**Definición:** Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A cargo de:** HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra:** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO REICLADO  
**Ubicación:** LIMA  
**Asunto:** Ensayo de Absorción en Adoquines de Arcilla Cocida.  
**Expediente N°:** 18-4090  
**Recibo N°:** 63031  
**Fecha de emisión:** 20/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA:** Adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO:** Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015. Procedimiento interno AT-PR-02.

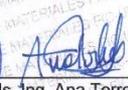
**3.0. RESULTADOS:**

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	4.5
M - 2	4.7
M - 3	4.4
PROMEDIO =	4.5

**4.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por:** Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico:** Sr. R. V. M.




  
**Ms. Ing. Ana Torre Carrillo**  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI



# Anexo 10: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 14 días

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"**

Engineering Technology Accreditation Commission

---

**INFORME**

**Del Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**  
**A : HURTADO PARDO LECHCO**  
**Obra : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO**  
**Ubicación : LIMA**  
**Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.**  
**Expediente N° : 18-4090**  
**Recibo N° : 63031**  
**Fecha de emisión : 20/11/2018**

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 16 de Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2777.4	201.0	100.0	59.0	201.0	96458	479.9	48.4
M - 2 :	2741.5	201.0	101.0	59.0	203.0	106383	524.0	52.9
M - 3 :	2738.9	200.0	100.0	59.0	200.0	92938	464.7	46.9
PROMEDIO =							489.5	49.4

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. R. V. M.

**Ms. Ing. Ana Torre Carrillo**  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

# Anexo 11: Informe de ensayo de absorción de adoquines con 30% de vidrio reciclado

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**



---

## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO

**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Absorción en Adoquines de Arcilla Cocida.  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 20/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-02.

**3.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)
M - 1	5.5
M - 2	5.3
M - 3	5.1
PROMEDIO =	5.3

**4.0. OBSERVACIONES :** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
**Técnico** : Sr. R. V. M.





Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio



**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 12: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 14 días

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZALES DE LA COTERA"

---

INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

**A** : HURTADO PARDO LECHCOP

**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO

**Ubicación** : LIMA

**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.

**Expediente N°** : 18-4090

**Recibo N°** : 63031

**Fecha de emisión** : 20/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 14 días y de resistencia a la compresión de  $f'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ , información proporcionado por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 16 de Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2719.7	200.0	100.0	60.0	200.0	93007	465.0	46.9
M - 2 :	2759.6	201.0	101.0	60.0	203.0	105255	518.5	52.3
M - 3 :	2647.5	200.0	101.0	59.0	202.0	95254	471.6	47.6
PROMEDIO =							485.0	48.9

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.

Técnico : Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**

La Calidad es nuestro compromiso

Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú

(511) 381-3343

(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe

lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

# Anexo 13: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 21 días



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Accreditation Board for engineering and Technology  
Engineering Technology Accreditation Commission

---

### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO.  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 23/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 0% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 21 días, información proporcionado por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 23 de Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1	2863.6	201.0	101.0	61.0	203.0	94256	464.3	46.9
M - 2 :	2860.0	200.0	101.0	61.0	202.0	99298	491.6	49.6
M - 3 :	2769.9	202.0	101.0	60.0	204.0	105629	517.7	52.2
PROMEDIO =							491.2	49.6

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P.  
Sr. R. V. M.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 14: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

### Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering Technology Accreditation Commission

---

### INFORME

**Del**

**A**

**Obra**

**Ubicación**

**Asunto**

**Expediente N°**

**Recibo N°**

**Fecha de emisión**

**: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales**

**: HURTADO PARDO LEHCOP**

**: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO**

**: LIMA**

**: Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.**

**: 18-4090**

**: 63031**

**: 23/11/2018**

---

**1.0. DE LA MUESTRA**

**2.0. DEL EQUIPO**

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO**

**4.0. RESULTADOS**

**: Adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 21 días, información proporcionado por el solicitante.**

**: Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
Certificado de calibración LFP-274-2018**

**: Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-09.**

**: Fecha de Ensayo 23 de Noviembre 2018.**

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2740.8	200.0	100.0	60.0	200.0	106170	530.9	53.6
M - 2 :	2745.7	201.0	101.0	60.0	203.0	94612	466.1	47.0
M - 3 :	2781.0	200.0	100.0	60.0	200.0	96865	484.3	48.9
PROMEDIO =							<b>493.7</b>	<b>49.8</b>

**5.0. OBSERVACIONES:**

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
Técnico : Sr. R. V. M.



Mg. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio



**NOTAS:**

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**

La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 15: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO.  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 20/11/2018

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 21 días, información proporcionado por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

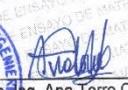
**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 16 de Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2762.2	202.0	101.0	60.0	204.0	109408	536.3	54.1
M - 2 :	2712.2	200.0	100.0	59.0	200.0	103686	518.4	52.3
M - 3 :	2756.1	202.0	101.0	60.0	204.0	117125	574.1	57.9
PROMEDIO =							<b>542.9</b>	<b>54.8</b>

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : Sr. R. V. M.

  
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (a) del laboratorio



**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 16: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 21 días

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por

Engineering Technology Accreditation Commission

---

## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO.  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 20/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado de dimensiones promedio 10 x 20 x 6 cm, curado a 21 días, informacion proporcionado por el solicitante.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 16 de Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2697.3	201.0	100.0	60.0	201.0	115699	575.6	58.1
M - 2 :	2695.1	201.0	100.0	60.0	201.0	106148	528.1	53.3
M - 3 :	2620.9	200.0	100.0	59.0	200.0	106328	531.6	53.6
PROMEDIO =							545.1	55.0

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P.  
 Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

# Anexo 17: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 0% de vidrio reciclado curado a 28 días

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

---

## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 30/11/2018

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 0% de vidrio reciclado de seccion rectangular de dimensiones 10 x 20 x 6 cm.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 30 Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1	2751.4	202.0	101.0	60.0	204.0	125806	616.6	62.2
M - 2	2801.2	202.0	102.0	60.0	206.0	134981	655.1	66.1
M - 3	2778.4	200.0	100.0	60.0	200.0	122642	613.2	61.9
PROMEDIO =							<b>628.3</b>	<b>63.4</b>

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por Técnico** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
: Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

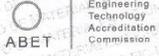
Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

# Anexo 18 Informe de ensayo a compresión en adoquines con 10% de vidrio reciclado curado a 28 días



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
  
**ABET**  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

**INFORME**

**Del :** Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A :** HURTADO PARDO LEHCOP  
**Obra :** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO  
**Ubicación :** LIMA  
**Asunto :** Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto  
**Expediente N° :** 18-4090  
**Recibo N° :** 63031  
**Fecha de emisión :** 30/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA :** Adoquines de concreto con 10% de vidrio reciclado de seccion rectangular de dimensiones 10 x 20 x 6 cm.

**2.0. DEL EQUIPO :** Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO :** Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS :** Fecha de Ensayo 30 Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2809.1	200.0	100.0	61.0	200.0	98948	494.7	49.9
M - 2 :	2746.4	200.0	100.0	60.0	200.0	98119	490.6	49.5
M - 3 :	2771.7	201.0	101.0	59.0	203.0	109198	537.9	54.3
PROMEDIO =							507.7	51.2

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

**Hecho por Técnico :** Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Sr. R. V. M.



*Ana Torre Carrillo*  
 Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



# Anexo 19: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 20% de vidrio reciclado curado a 28 días

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
  
 Accreditation Board for Engineering and Technology  
  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

## INFORME

**Del :** Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A :** HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra :** ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO  
**Ubicación :** LIMA  
**Asunto :** Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto  
**Expediente N° :** 18-4090  
**Recibo N° :** 63031  
**Fecha de emisión :** 30/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA :** Adoquines de concreto con 20% de vidrio reciclado de seccion rectangular de dimensiones 10 x 20 x 6 cm.

**2.0. DEL EQUIPO :** Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO :** Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.

**4.0. RESULTADOS :** Fecha de Ensayo 30 Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2726.8	201.0	100.0	60.0	201.0	109845	546.5	55.1
M - 2 :	2743.1	201.0	100.0	61.0	201.0	119875	596.4	60.2
M - 3 :	2737.3	201.0	100.0	61.0	201.0	120549	599.8	60.5
PROMEDIO =							580.9	58.6

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Sr. R. V. M.

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

# Anexo 20: Informe de ensayo a compresión en adoquines con 30% de vidrio reciclado curado a 28 días



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET**  
 Accreditation Board for engineering and Technology  
 Engineering Technology Accreditation Commission

---

## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : HURTADO PARDO LECHCOP  
**Obra** : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE ADOQUINES ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS DE TRANSITO LIGERO  
**Ubicación** : LIMA  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto  
**Expediente N°** : 18-4090  
**Recibo N°** : 63031  
**Fecha de emisión** : 30/11/2018

---

**1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto con 30% de vidrio reciclado de seccion rectangular de dimensiones 10 x 20 x 6 cm.  
**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TONI/TECHNIK  
 Certificado de calibración LFP-274-2018  
**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611:2010 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.  
**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo 30 Noviembre 2018.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 :	2669.2	200.0	100.0	60.0	200.0	97576	487.9	49.2
M - 2 :	2646.7	201.0	100.0	60.0	201.0	108503	539.8	54.5
M - 3 :	2710.9	201.0	100.0	60.0	201.0	107141	533.0	53.8
PROMEDIO =							<b>520.2</b>	<b>52.5</b>

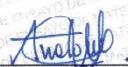
**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

**Hecho por Técnico** : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Sr. R. V. M.





Ms. Ing. Ana Torre Carrillo  
 Jefe (e) del laboratorio



**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

---



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## Anexo 21: Informe de diseño de mezcla - 1

CONSULTORÍA - Control de Calidad de Materiales de Construcción – Diseño de mezclas de concreto –  
Ensayos destructivos y no destructivos en obra

Pag. 1 de 6

### INFORME TECNICO

De : CONSULTORIA - CONTROL DE CALIDAD MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN -  
DISEÑO DE MEZLAS DE CONCRETO - ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO  
DESTRUCTIVOS Y AFINES  
Atención : HURTADO PARDO LECHO  
Obra : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE ADOQUINES  
ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTO DE TRANSITO  
LIGERO  
Ubicación de la obra : LIMA  
Asunto : Diseño de mezcla  $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$   
Fecha de emisión : 13/11/2018

#### 1.0 MATERIALES UTILIZADOS:

##### 1.1. Cemento:

Se utilizó cemento SOL tipo I, proporcionado por el solicitante.

##### 1.2. Agregado Fino:

Consistente en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera  
CARABAYLLO.  
Las características se indican en el ANEXO 1.

##### 1.3. Agregado Grueso:

Consistente en una Muestra de PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera  
CARABAYLLO.  
Las características se indican en el ANEXO 2.

##### 1.4. Combinación de Agregados:

La granulometría del Agregado Global obtenido por la combinación del agregado fino y  
grueso, se muestra en el ANEXO 3.



Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo 22: Informe de diseño de mezcla - 2

CONSULTORÍA - Control de Calidad de Materiales de Construcción – Diseño de mezclas de concreto –  
Ensayos destructivos y no destructivos en obra

Pag. 2 de 6

### RESULTADOS

#### 2.0 DISEÑO DE MEZCLAS PRELIMINAR ( $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL tipo I

##### 2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$		
Asentamiento	.....	3" - 4"		
Relación a/c de diseño	.....	0.38		
Relación a/c de obra	.....	0.34		
Proporciones de diseño	.....	1	: 2.08	: 0.67
Proporciones de obra	.....	1	: 2.14	: 0.68

##### 2.2. CANTIDAD DE MATERIAL POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	558	Kg.
Arena	.....	1192	Kg.
Piedra	.....	377	Kg.
Agua	.....	192	L.

##### 2.3. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	90.78	Kg.
Piedra	.....	28.70	Kg.
Agua	.....	14.62	L.

##### 2.4. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	: 1.84	: 0.71
Agua	.....	14.62	L/bolsa	

- 3.0. OBSERVACIONES:**
- 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
  - 2) Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.

Técnico : Sr. R.J.V.

  
Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

**NOTAS:**

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo 23: Informe de análisis granulométrico del agregado fino

CONSULTORÍA - Control de Calidad de Materiales de Construcción – Diseño de mezclas de concreto –  
Ensayos destructivos y no destructivos en obra

Pag. 3 de 6

### ANEXO 1

RESULTADOS :

#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

ARENA GRUESA procedente de la cantera CARABAYLLO.

##### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	4.3	4.3	95.7
N°8	2.36	14.1	18.4	81.6
N°16	1.19	20.5	38.9	61.1
N°30	0.6	23.9	62.8	37.2
N°50	0.3	19.0	81.8	18.2
N°100	0.15	10.7	92.5	7.5
FONDO		7.5	100.0	0.0

##### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



##### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	2.99
Peso Unitario Suelto ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,725
Peso Unitario Compactado ( Kg/m <sup>3</sup> )	1,788
Peso Especifico	2.67
Contenido de Humedad ( % )	2.75
Porcentaje de Absorción ( % )	0.62

#### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnico : Sr. R.J.V.

Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo 24: Informe de análisis granulométrico del agregado grueso

CONSULTORÍA - Control de Calidad de Materiales de Construcción – Diseño de mezclas de concreto – Ensayos destructivos y no destructivos en obra

Pag. 4 de 6

### ANEXO 2

Expediente N° : 18-0001

#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

PIEDRA CHANCADA procedente de cantera CARABAYLLO.

##### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
2 1/2"	63.5	0.0	0.0	100.0
2"	50.8	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.1	0.0	0.0	100.0
1"	25.4	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.05	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	4.4	4.4	95.6
1/4"	6.35	0.0	4.4	95.6
N°4	4.75	74.5	78.9	21.2
N°8	2.38	0.0	78.9	21.2
FONDO	0.075	21.2	100.0	0.0

##### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



##### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	3/8"
Módulo de Fineza	4.78
Peso Unitario Suelto ( Kg/m³ )	1,421
Peso Unitario Compactado ( Kg/m³ )	1,643
Peso Específico	2.59
Contenido de Humedad ( % )	0.31
Porcentaje de Absorción ( % )	1.55

#### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnicos : Sr. R.J.V.

Ing. Rolando Antonio v. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo 25: Informe de análisis granulométrico del agregado global

CONSULTORIA - Control de Calidad de Materiales de Construcción – Diseño de mezclas de concreto –  
Ensayos destructivos y no destructivos en obra

Pag. 5 de 6

### ANEXO 3

RESULTADOS :

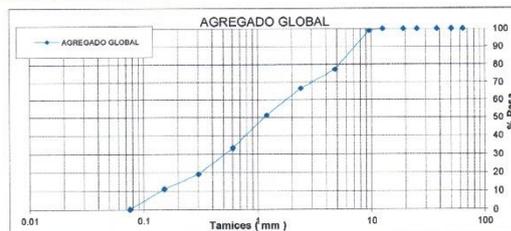
#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera CARABAYLLO, y  
PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera CARABAYLLO, .

##### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		%	% RET.	%
( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA
2 1/2"	63	0.0	0.0	100.0
2"	50	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0
1"	25	0.0	0.0	100.0
3/4"	19	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	1.1	1.1	98.9
N°4	4.75	21.8	22.9	77.1
N°8	2.38	10.6	33.5	66.5
N°16	1.19	15.4	48.9	51.1
N°30	0.60	17.9	66.8	33.2
N°50	0.30	14.3	81.1	18.9
N°100	0.15	8.0	89.1	10.9
FONDO		10.9	100.0	0.0

##### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



##### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	3/8"
Módulo de Fineza	3.43
% Agregado grueso	25
% Agregado fino	75

Técnicos : Sr. R.J.V.

Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo 26: Informe de análisis granulométrico del vidrio reciclado

CONSULTORÍA - Control de Calidad de Materiales de Construcción – Diseño de mezclas de concreto –  
Ensayos destructivos y no destructivos en obra

Pag. 6 de 6

### ANEXO 4

RESULTADOS :

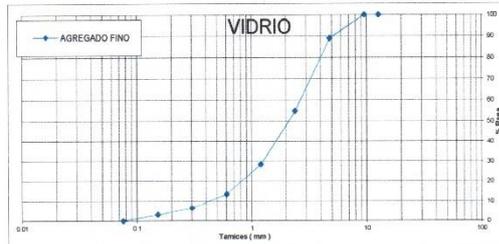
#### 1. CARACTERÍSTICAS GRANULOMETRICAS DEL VIDRIO:

MATERIAL RECICLADO

##### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ ( Pulg )	( mm )	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
1/2"	12.7	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
N°4	4.75	11.1	11.1	88.9
N°8	2.38	34.1	45.2	54.8
N°16	1.19	26.5	71.6	28.4
N°30	0.6	14.9	86.5	13.5
N°50	0.3	7.0	93.5	6.5
N°100	0.15	3.3	96.8	3.2
FONDO		3.2	100.0	0.0

##### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



##### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	4.05
------------------	------

#### 2. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Técnico : Sr. R.J.V.

  
Ing. Rolando Antonio V. Martínez  
CIP 71019

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

## Anexo 27: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 1



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

## Certificado de Calibración

### LFP - 274 - 2018

Página 1 de 4

Expediente	99772
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Intervalo de Indicaciones	0 kN a 3 000 kN (*)
Resolución	0,1 kN
Marca	TONI TECHNIK
Modelo	2091
Número de Serie	061
Procedencia	ALEMANIA
Clase de Exactitud	NO INDICA
Fecha de Calibración	2018-06-28

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
2018-07-02	ALDO QUIROGA ROJAS	LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>

## Anexo 28: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 2



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología  
Laboratorio de Fuerza y Presión

### Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 2 de 4

#### Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

#### Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM  
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

#### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4°C	19,7°C

#### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 038 Clase 0,5	63753 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-10

#### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.  
(\* ) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 0 kN a 2 700 kN

# Anexo 29: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 3



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
Laboratorio de Fuerza y Presión

## Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 3 de 4

### Resultados de Medición

Dirección de Carga : **Compresión**

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo	Indicación en el transductor de fuerza patrón						Promedio	Error
	1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie Ascenso	3ª Serie Descenso	4ª Serie Accesorios Ascenso			
(%)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	
10	300,0	297,1	297,5	296,5	-----	-----	297,0	3,0
20	600,0	597,8	595,0	597,5	-----	-----	596,8	3,2
27	800,0	798,2	798,7	798,1	-----	-----	798,3	1,7
33	1 000,0	998,0	998,5	998,4	-----	-----	998,6	1,4
40	1 200,0	1 199,6	1 200,1	1 200,5	-----	-----	1 200,1	-0,1
47	1 400,0	1 401,3	1 402,2	1 400,6	-----	-----	1 401,4	-1,4
53	1 600,0	1 603,1	1 603,2	1 602,5	-----	-----	1 602,9	-2,9
60	1 800,0	1 804,5	1 805,3	1 803,7	-----	-----	1 804,5	-4,5
67	2 000,0	2 006,6	2 007,1	2 005,3	-----	-----	2 006,3	-6,3
90	2 700,0	2 716,6	2 718,1	2 710,9	-----	-----	2 715,2	-15,2

### Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal	Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2	
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Error con Accesorios		
(%)	(kN)	q	b	v	a		
10	300,0	1,01	0,34	-----	0,03	-----	0,20
20	600,0	0,54	0,47	-----	0,02	-----	0,30
27	800,0	0,21	0,08	-----	0,01	-----	0,07
33	1 000,0	0,14	0,06	-----	0,01	-----	0,07
40	1 200,0	-0,01	0,07	-----	0,01	-----	0,07
47	1 400,0	-0,10	0,11	-----	0,01	-----	0,08
53	1 600,0	-0,18	0,04	-----	0,01	-----	0,07
60	1 800,0	-0,25	0,09	-----	0,01	-----	0,07
67	2 000,0	-0,31	0,09	-----	0,01	-----	0,07
90	2 700,0	-0,56	0,27	-----	0,00	-----	0,17
Error relativo de cero $f_0$		-0,04					

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitida % Según la Norma ISO 9000 - 1				
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Cero $f_0$
	q	b	v	a	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kN = kilonewton

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 617, San Isidro, Lima – Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
email: metrologia@inacal.gob.pe  
WEB: www.inacal.gob.pe

Anexo 30: Certificado de calibración LFP – 274 – 2018 - 4

**SGS**

Certificate PE13/175222  
The management system of

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO N° 1  
DE ENSAYO DE MATERIALES  
"ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"  
Av. Túpac Amaru 210 - Rimac  
Lima - Perú

has been assessed and certified as meeting the requirements of

**ISO 9001:2015**  
For the following activities

**"Ensayos de Materiales de Construcción en Agregados, Concreto, Albañilería, Madera, Acero y Cemento, desde la Solicitud de Servicio hasta la emisión de los Informes de Ensayo de muestras proporcionadas por los clientes externos"**

**"Building material's Tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry units, Wood, Steel rebars and Cement from the service request to the emission of reports of samples provided by external customers"**

This certificate is valid from June 08, 2018 until July 23, 2019  
Following a certification audit on April 12, 2018  
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.  
Re certification audit due before April 23, 2019  
Issue 3. Certified since July 25, 2013

Authorised by



SGS United Kingdom Ltd  
Rossmore Business Park Ellesmere Port Cheshire CH65 3EN UK  
t +44 (0)151 350-6666 f +44 (0)151 350-6600 [www.sgs.com](http://www.sgs.com)

HC SGS 9001 2015 0118

Page 1 of 1

**SGS**  
SYSTEM CERTIFICATION  
ISO 9001  
**SGS**

**IAF**  
MEMBER OF MULTILATERAL  
RECOGNITION ARRANGEMENT

  
**UKAS**  
MANAGEMENT  
SYSTEMS  
0005



This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at [www.sgs.com/terms\\_and\\_conditions.htm](http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at <http://www.sgs.com/en/Our-Company/Certified-Clients-Directories/Certified-Clients-Directories.aspx>. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

**Anexo 31: Recibo del pago por los ensayos realizados**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA UNI**  
 Oficina Central de Economía y Finanzas  
**UNIDAD DE TESORERÍA**  
 DOMICILIO FISCAL:  
 Av. Túpac Amaru N° 210 - Rimac - Lima - Lima  
 TELF: 482-5072

R.U.C.: 20169004359

**BOLETA DE VENTA  
 ELECTRÓNICA**

N° B004 - 00076399

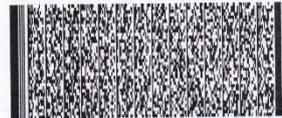
SEÑOR(ES) : HURTADO PRADO LEHCOP  
 DNI : 74600727  
 PRESUPUESTO : SS. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 DEPENDENCIA : FIC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 FECHA EMISIÓN : 2018-11-13  
 TIPO MONEDA : SOLES  
 MEDIO PAGO : Tarjeta

ITEM	CANT.	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDA MEDIDA	PRECIO UNITARIO	VALOR UNITARIO	VALOR DE VENTA
1	1.00	13392302	ANALISIS LABORATORIO - FACULTAD	UNI	725.00	855.50	855.50

OP. GRAVADAS	OP. INAFECTAS	OP. EXONERADAS	ANTICIPOS	I.G.V. 18%	TOTAL A PAGAR
725.00	0.00	0.00	0.00	130.50	855.50

SON: OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO CON 50/100 SOLES  
 Incorporado al Régimen de Agentes de Retención de IGV (R.S.135-2002) a partir del 01/11/2002

NOTA:



Representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica  
 Podrá ser consultado en <http://www.ocef.uni.edu.pe/webComprobantes>  
 Autorizado mediante Resolución de Intendencia N° 0320050000852/SUNAT

INFORMACION ADICIONAL

ELABORADO POR: iflores



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

HURTADO PABLO LECHCO

TITULADO:

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE  
MOQUINAS ELABORADOS CON VIDRIO RECICLADO PARA PAVIMENTOS  
DE TRANSITO LIGERO, LIMA - 2018

PARA OBTENER EL BACHILLER O TÍTULO DE:

INGENIERO (A) CIVIL

FECHA DE SUSTENTACIÓN:

14/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

14 (catorce)

ING. FELIMÓN CORDOVA SALCEDO  
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL





**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, Carlos Villegas Martínez

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

"Estudio de las propiedades física - Mecánicas de acloguines elaborados con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018."

del (de la) estudiante Hurtado Pardo Lechcop

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Los Olivos 14-09-19

**Firma**

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Carlos Villegas Martínez

DNI: 08564296

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo Aurinda Paola Leonor....., identificado con DNI N° 74600727.....

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Estudio de las propiedades físico - mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 74600727.....

FECHA: 14 de 12 del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

Feedback Studio - Google Chrome  
 evlurntin.com/app/canvahez/?o=1172544209&v=108932488&v=1055&lang=es&sz=1

Estudio de las propiedades físico- mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018

feedback studio

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

"Estudio de las propiedades físico- mecánicas de adoquines elaborados con vidrio reciclado para pavimentos de tránsito ligero, Lima - 2018"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**  
 Hurtado Pardo, Lechop

**ASESOR:**  
 Mg. Ing. Carlos Villegas Martínez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
 Diseño de infraestructura val

**LIMA- PERÚ**  
**2018**



Resumen de coincidencias: 30 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Bueno)

Confidencias	Ver fuentes en inglés (Bueno)
1	repositorio.uce.edu.pe Fuente de internet 7 % >
2	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante 7 % >
3	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante 2 % >
4	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante 2 % >
5	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante 2 % >
6	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante 1 % >
7	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de internet 1 % >
8	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante 1 % >
9	dspace.univru.edu.pe Fuente de internet 1 % >
10	cyberleis.uach.cl Fuente de internet 1 % >
11	Entregado a Universidad... Trabajo de estudiante <1 % >

Página 1 de 72. Número de palabras: 14752

Test only Report High Resolution 300 DPI