



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para  
tránsito peatonal – Villa El Salvador 2019”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Eduardo David Velasquez Sinchi (ORCID: 0000-0002-7230-0956)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez (ORCID: 0000-0003-0817-7057)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Primero a Dios por darme la oportunidad de estudiar  
esta hermosa carrera profesional Ingeniería Civil.

A mis padres David Velasquez y Gladys Sinchi,  
por brindarme todo su apoyo incondicional.

A toda mi familia Sinchi, en especial a mi papito Santiago y mi mamita Rosa

A mi esposa Elizabeth Paucar por su ayuda en esta etapa  
de vida universitaria. A mi hija Arely que me motivaba a seguir adelante.

A mis suegros Lilo Paucar y Cely Osorio, por su apoyo brindado.

A todos mis amigos que fueron fundamentales en esta etapa universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, a Dios, y a toda mi familia

Por todo su apoyo brindado en toda esta etapa.

A mis profesores, a mi asesor el

Ing. Carlos Villegas, por su orientación brindada.

A mi tío Ing. Edgar Santiago Sinchi Puclla, por sus consejos brindados.

Al técnico Freddy Villanueva por su apoyo,

A mis compañeros David García, André Olivas,

Pablo Rojas por su apoyo en esta etapa universitaria.

## **PÁGINA DEL JURADO**

# DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **VELASQUEZ SINCHI, Eduardo David** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**“Elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal – Villa el Salvador 2019”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima 12 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>VELASQUEZ SINCHI, Eduardo David</b>	
DNI: 70908848	Firma 
ORCID: (0000-0002-7230-0956)	

 **INVESTIGA  
UCV**

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
ÍNDICE .....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO .....	26
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	27
2.2 Operacionalización de variables .....	28
2.3 Población, muestra y muestreo .....	30
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
2.5 Procedimiento .....	33
2.6 Método de análisis de datos .....	45
2.7 Aspectos éticos.....	45
III. RESULTADOS .....	46
IV. DISCUSIÓN.....	58
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES .....	63
REFERENCIAS .....	65
ANEXOS .....	70

Anexo 1 Matriz de consistencia.....	71
Anexo 2 Ficha de Recolección de datos.....	72
Anexo 3 Ficha de Recolección de datos.....	73
Anexo 4 Ficha de Recolección de datos.....	74
Anexo 5 Ficha de Recolección de datos.....	76
Anexo 6 Ficha de Recolección de datos.....	78
Anexo 7 Ficha de Recolección de datos.....	79
Anexo 8 Propiedades de Agregado Fino Reciclado .....	80
Anexo 9 Propiedades de Agregado Grueso Reciclado.....	83
Anexo 10 Diseño de Mezcla.....	86
Anexo 11 Ensayos a Resistencia a Compresión.....	90
Anexo 12 Norma Técnica Peruana 399.611 .....	96

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material de demolición para tránsito peatonal – Villa el Salvador 2019.

La investigación fue de diseño experimental, de tipo aplicada, puesto que tiene variables independientes los cuales fueron manipuladas para que así se obtenga cambios en las variables dependientes, así también el nivel de investigación fue de tipo explicativa.

Se elaboraron adoquines de concreto de tipo I, para uso peatonal de medidas convencionales, de 10 centímetros de ancho, 20 centímetros de largo y 6 centímetros de altura nominal, para luego someterlos a los ensayos correspondientes y se comprueben si obtuvieron una resistencia a compresión requerida según norma técnica peruana que indica la resistencia  $F'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ .

Se elaboraron 2 diseños de mezcla, relación A/C de 0.42 y 0.38 para verificar mediante ensayo de resistencia a compresión tiene la capacidad adecuada según la norma técnica peruana 399.611, verificando así que el adoquín de concreto reciclado, tuvo como resultado en el primer diseño una resistencia a compresión promedio de  $297 \text{ kg/cm}^2$ , y el segundo diseño de resistencia a compresión tuvo  $330 \text{ kg/cm}^2$ , superando así lo requerido según la norma, con esto se comprueba que el adoquín de concreto de tipo I reciclado es apto para el tránsito peatonal.

**Palabras claves:** Agregado fino reciclado, agregado fino reciclado, adoquín de concreto.



## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the physical-mechanical properties of the concrete paving made with demolition material for pedestrian traffic - Villa el Salvador 2019.

The research was of experimental design, of applied type, since it has independent variables which were manipulated so that changes in the dependent variables were obtained, so also the level of research was of explanatory type.

Type I concrete pavers were made, for pedestrian use of conventional measures, 10 centimeters wide, 20 centimeters long and 6 centimeters in nominal height, and then subjected to the corresponding tests and checked if they obtained a required compressive strength according to Peruvian technical standard that indicates the resistance  $F'c = 320 \text{ kg / cm}^2$ .

Two mixing designs were prepared, A / C ratio of 0.42 and 0.38 to verify by compression resistance test has the adequate capacity according to the Peruvian technical standard 399.611, thus verifying that the recycled concrete paver, resulted in the first design an average compressive strength of  $297 \text{ kg / cm}^2$ , and the second compressive strength design had  $330 \text{ kg / cm}^2$ , thus exceeding the requirements according to the standard, this confirms that the recycled type I concrete paver is suitable for pedestrian traffic

**Keywords:** Recycled fine aggregate, recycled coarse aggregate, concrete paver.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad problemática**

En el presente, el campo de la construcción es la consumidora de mayor índice de recursos naturales, pues los materiales se utilizan para la elaboración del concreto. Cada año se producen alrededor de 1500 millones de toneladas del material llamado concreto, utilizando para esto de 1000 millones de toneladas de material natural. Asimismo, se producen grandes cantidades de materiales de demolición, tanto en los procesos de construcción como obras de demolición y restauración de diferentes tipos de construcción.

El concreto reutilizado se manifiesta como iniciativa después de los conflictos sociales que se dieron en los países industriales, en donde se generaron grandes cantidades de escombros los cuales fueron de manera útil para ciertos casos, este material fue utilizado en la elaboración de concreto para las construcciones que fueron destruidas en esos conflictos. (Cruz y Ramón, 2015, p.10)

En nuestro país, Perú aún no existe una demanda adecuada para la implementación de lugares a nivel nacional de maquinarias para el procesamiento de materiales reciclados de construcción, esto se irá dando conforme nuestro país vaya creciendo hasta el momento de incentivar a recurrir a estos procedimientos. El motivo para utilizar estos materiales de demolición como agregados va ser la solución al problema de contaminación ambiental y excesivo problema de material de desmonte, teniendo en cuenta la mejoría de control de calidad del producto final. El utilizar material de demolición de construcción tiene que tener una garantía de buena calidad del producto final y conseguir las propiedades adecuadas de estos, teniendo en cuenta lo indicando en el reglamento y los controles de calidad.

Así como en nuestro país existe este problema, en países de Latinoamérica la eliminación y contaminación de residuos, no son ajenos a los problemas de las malas gestiones que se llevan a cabo en cada territorio nacional, puesto esto lleva a que nuestra agricultura y ganadería sufran cambios de impacto negativos, es por esto que se necesita un cambio para combatir esta contaminación ambiental, y no ser afectados en los próximos años.

En Lima, el negocio de la demolición en el campo de la construcción hoy en día es muy rentable, por lo que cada día se producen alrededor de 10000 m<sup>3</sup> de desmonte, todo este

material tiene como lugar de acopio las laderas de los ríos principales de la capital del Perú y el mar del Callao. Si bien en Lima tenemos lugares de acopio de residuos sólidos de construcción, estos no son tan conocidos para la eliminación de desmonte de construcción, mientras tanto este material va a parar el 70% a los mares y ríos y el 30% a lugares autorizados, la diferencia está dada por el tema económico y los tramites a realizar.

En la presente investigación de adoquines, estos serán elaborados con una composición alternativa a la convencional, emplearemos material de demolición reemplazando el material de cantera, tanto agregado fino reciclado como agregado grueso reciclado, lo cual nos va permitir disminuir la contaminación ambiental, y la resistencia del adoquín va estar en función a los materiales utilizados, y su diseño de mezcla conveniente para tener una resistencia a compresión según lo requiere la norma técnica 399.611.

Por lo cual sería una alternativa ecológica para la pavimentación del distrito de Villa el Salvador, y lograr así reducir la contaminación ambiental en los mares costeros y dando fin a los botaderos informales.

## 1.2 Trabajos previos

### Antecedentes nacionales

Según la investigación de Ramos, J. (2018), en su tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad Cesar Vallejo, Perú, con la investigación titulada *“Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de Lince, 2018”*, teniendo como objetivo general indicar que tipo de dosificación de concreto tipo reciclado puede usarse en los pavimentos de bajo tránsito peatonal, en esta investigación una vez obtenido las muestras de adoquín patrón según la norma  $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ , posteriormente agregar material reciclado a las muestras, M0 al 0%, M1 al 10%, M2 al 30% y M3 al 50% para así someterlas a ensayos compresión, teniendo como conclusión de los ensayos hechos en laboratorio los adoquines hechos con material reciclado en la muestra M0 al 0% con una resistencia de 396.1 de  $\text{kg/cm}^2$ , en la muestra M1 al 10% con una resistencia de 321  $\text{kg/cm}^2$ , en la muestra M2 al 30% con una resistencia de 302.1  $\text{kg/cm}^2$  y la muestra M3 al 50% con una resistencia de 279.5  $\text{kg/cm}^2$ , teniendo en cuenta los siguiente resultados del laboratorio, se considera que la muestra M1 es la adecuada según la norma técnica del Perú.

Según la investigación de Contreras, M. (2016) en la tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú, con la investigación 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”*, se tuvo como objetivo indicar la influencia sobre la cantidad como agregado de vidrio reciclado en las diferentes propiedades físico-mecánicas para la elaboración de morteros, los diferentes muestras se han llevado al ensayo de compresión, en la primera muestra sin vidrio reciclado llego a una resistencia a compresión de 33.47 MPa, en la segunda muestra con un 20% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia a compresión de 33.39 MPa, en la tercera muestra con un 40% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 32.15 MPa, en la cuarta muestra con un 60% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 30.45 MPa, en la quinta muestra con un 80% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 28.28 MPa, en la última muestra con un 100% de vidrio reciclado obtuvo una resistencia de 27.08 MPa.. Llegando a una conclusión de que la mayor resistencia se obtuvo por la segunda muestra y así pueda utilizarse según lo que especifica la norma.

Según la investigación de Pastor, A (2015), en su tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad de Piura, Perú, con la investigación titulada ***“Diseño de Planta Productora de Adoquines a base de Cemento y Plástico Reciclado”***, teniendo como objetivo principal, reforzar las propiedades de los mecanismos de sensibilización que se solidifican y despliegan para poder brindar un mejor fortalecimiento y por el mismo método estándar de control de calidad interno, se buscaron diferentes tipos de adoquines utilizados para el tránsito de orden peatonal y vehicular, y estos en su composición tengan agregados reciclados, estos adoquines no cumplieron lo que indica la norma llegando a una resistencia a compresión, en la primera muestra se obtiene 290 kg/cm<sup>2</sup>, en la segunda muestra obtiene una resistencia a compresión de 300 kg/cm<sup>2</sup>, en la tercera muestra obtiene una resistencia a compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup> y en la cuarta muestra obtiene una resistencia a compresión de 300 kg/cm<sup>2</sup>, incluyendo que sus dimensiones del producto cumplen con lo establecido en norma, un adoquín de medidas convencionales, 20cmx10cmx6cm concluyendo que los adoquines convencionales obtienen una resistencia adecuada con plástico reciclado y una absorción pero no llegan a los establecido a la norma técnica peruana, según indican los ensayos realizados en el laboratorio.

Según la investigación de Fernández, M. (2019) en la tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad Peruana Los Andes, Perú, con la investigación titulada ***“Análisis de las características físico mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I”***, se tuvo como objetivo de la investigación determinar sus características físico mecánicas del adoquín tipo I con Polietileno tereftalato reciclado frente al adoquín convencional, se hicieron tres diseños de mezcla según el ACI, teniendo proporciones diferentes de PET 0.25%, 0.50% y 0.75%, estos fueron sometidos al ensayo de dimensionamiento, peso, absorción y resistencia a compresión, teniendo como resultado los siguientes datos, el de 0.25% tuvo una resistencia a compresión promedio de 444.64 kg/cm<sup>2</sup>, el de 0.50% tuvo una resistencia a compresión promedio de 464.08%, y para finalizar el 0.75% tuvo una resistencia a compresión promedio de 404.75%, en conclusión quedo demostrado que los obtenidos pasaron lo requerido por la norma técnica peruana 399.611 considerándolo apto para su posterior uso.

## **Antecedentes internacionales**

Según la investigación Morales, J. (2017), en su tesis para obtener el grado académico de magister en arquitectura, en la Universidad Nacional Autónoma de México, con la investigación titulada *”Diseño de una mezcla con materiales reciclados para la producción de adoquines”*, determinar las características de los adoquines convencionales comparando a los adoquines adicionando material de reciclaje o material que desechan en las construcciones, según la norma mexicana NMX-C-314-ONNCCE-2014, indica que la resistencia a compresión en el tránsito peatonal va desde  $250 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $300 \text{ kg/cm}^2$  pues, haciendo 4 muestras cumpliendo la norma M1  $300 \text{ kg/cm}^2$ , la M2  $400 \text{ kg/cm}^2$ , la al parte de M3 al  $450 \text{ kg/cm}^2$  y la M4 al  $560 \text{ kg/cm}^2$ , esta investigación era la mitigación del material de eliminación y así contribuir con el medio ambiente tomándolos como agregados, la investigación concluyo que la cantidad dosificada a la mezcla de la resistencia a compresión, cumple con lo requerido en norma.

Según la investigación de Lozano, O (2017), en su tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad de Guayaquil, Ecuador, con la investigación titulada *“Análisis de las cargas que van actuar sobre la estructura del pavimento de un patio de contenedores ubicado en el puerto marítimo de Guayaquil”*, teniendo como objetivo principal, comparar las normas vigentes para diseñar pavimentación según (MTOPI, AASHTO, BPA, ROM). Fue una investigación de enfoque cuantitativo, de tipo de diseño no experimental, se obtuvo cargas efectivas sobre el pavimento que están ubicados contenedores, ubicados en la ciudad de Guayaquil, concluyendo se obtuvieron que las normas se aplican según los cálculos obtenidos y los grosores de las capas del pavimento del área del BPA, pues las cargas que concentrar son altas para la aplicación del proyecto.

Según la investigación de Montiel, J. (2017), *“Uso de agregados reciclados para la fabricación de adoquines que se puedan utilizar en la pavimentación de calles, avenidas”*, tuvo que determinar mediante un estudios de orden teóricos y experimentales, en laboratorio, que nos indiquen si en este caso puede ser viable el uso de agregados reciclados producidos, para la posterior fabricación de adoquines, en los ensayos se obtuvieron que la resistencia a compresión de la primera muestra a llego a  $250 \text{ kg/cm}^2$ , la segunda muestra llegando a  $360 \text{ kg/cm}^2$ , y la tercera muestra a  $400 \text{ kg/cm}^2$  en la investigación tuvo como indicador tener el control de la recepción de residuos para poder iniciar el proceso de reciclaje y así

obtener una materia prima adecuada, según el tipo de mezcla que se ha utilizado los resultados nos dejaron que ninguna de las dosificaciones propuestas alcanzaron los índices mínimos que son requeridos por la norma NMX-C-314.

Según la investigación de Peñafiel, L. (2016) en la tesis para optar el grado académico de Ingeniero Civil, en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, con la investigación titulada ***“Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear concreto reciclado molido en reemplazo del parcial del agregado fino”*** la investigación tuvo como objetivo mostrar resultados de resistencia a compresión a muestras cilíndricas de hormigón, que tuvo una composición donde se produjo un cambio de materiales el concreto molido por arena gruesa, esta investigación se desarrolló elaborando el diseño de mezcla obtenido la norma luego se dio a conocer que hay, según lo indicado por norma sus datos fueron de gran ayuda, puesto que cumplieron con su norma exigida en ese país.

### **Antecedentes en ingles**

Sharma, S. and Gupta, H. (2015) in their thesis to choose the academic degree at Chitkara University, at thesis name's ***“Development of paver block by using foundry sand based geopolymer concrete”*** whit their objectives made Geopolymer Paver Block using a desing concrete mix M50, these desing is friendly at atmosphere, in the laboratory test to made the concrete paver, using fine sand replacement with foundry sand, the results were with 0% was 2370 Kg/m<sup>3</sup>, with 20% was 2293 kg/m<sup>3</sup>, with 40% was 2266 kg/m<sup>3</sup>, with 60% was 2311 kg/m<sup>3</sup>, and with 100% was 2168 kg/m<sup>3</sup>. In ending the samples was a strength compressive of 66 MPa Geopolymer Paver Block, the samples show that these pavers had a strength compressive that the standards demand.

En la tesis citada de Sharma, S. and Gupta, H. con título "Desarrollo de bloques de pavimentadoras utilizando concreto de geopolímero a base de arena de fundición" nos habla de la reutilización de la arena de fundición con el agregado fino convencional, el extraído de cantera, obteniendo como mejor resultado una compresión de 66MPa.

Panalti, Mahendra. (2015) in their thesis to choose the academic degree at University of South Florida, EE.UU, at thesis name's ***“Desing Fabrication and Analysis of a Paver Machine Push Bar Mechanism”*** whit their objectives made practice the important cleaning|



adaptive for made a different pavers desing mix applications industrial, these thesis had a idea, to promove a industrial machine to made a pavers concrete. In conclusion used a construction wastes reduce the contamination in the world, many companies promote this process because these take care environment.

En la tesis citada de Panalti, Mahendra. Con el título “Diseño y fabricación de un mecanismo de barra de empuje de maquina pavimentadora”, en la investigación nos relata que se están utilizando una maquina industrial que procesa los agregados de demolición, hasta obtener el adoquín con agregado reciclado y así generar un buen impacto ambientes para conservar el medio ambiente.

Jallul, G. (2015) in their thesis to choose the academic degree at Coventry University, London. Whit her thesis name’s ***“The Use of Waste and By-Product Materials to Reduce Cement Content in Paving Blocks”*** with their objetives made find the best proportion of desing mix concrete using waste of construction not dangerous, this thesis had to promoted aggregates of construction for natural aggregates, use this material for pavement finally this thesis show very important information to promoted industrial machine to produce concrete pavers. The concrete pavers had a compression resistance 19.1 MPa at 28 day.

En la tesis citada de Jallul, G. (2015) con el título "El uso de materiales de desecho y subproductos para reducir el contenido de cemento en los bloques de pavimentación", en la investigación relata el uso no excesivo del cemento, así como el uso del agregado reciclado en la investigación, también nos indica la resistencia que obtuvo a los 28 días fueron de 19.1 MPa.

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

#### **Los adoquines de concreto**

Los adoquines son bloques macizos prefabricados de concreto, elaborados con una mezcla de agregados fino y grueso, agua y cemento, las cuales estos pueden ser para diferentes tipos de usos (Cemento Pacasmayo, 2019).

#### **Historia de los adoquines de concreto**

Todos conocemos que los adoquines son usados para la pavimentación, esta actividad se realiza desde tiempos atrás, según en la isla hace 5000 años estos bloques de adoquines se utilizaban en beneficio de los caminos, ya sean públicos y privados. Este avance dio inicio al tallado de piedras, así tener mejor agarre y la persona tenga la comodidad adecuada al momento de desplazarse, todo esto dio que se originara pavimentos con piedra, esta modelo fue utilizado tiempo atrás en el imperio Romano, ante la necesidad de construcción de nuevas vías.

Durante el siglo XIX, cuando se mostraron el concreto asfáltico y el concreto hidráulico, así como también se fueron dando adoquines hechos de arcillas, madera, etc, todo esto se originó pasada la segunda guerra mundial. Generalmente en los países bajos, cuando se utilizaron concreto para la fabricación de adoquines esta permitió desplazar los de anterior material, cuyo producto ha venido creciendo entrando al mercado por sus próximos 50 años.

Todo esto origino que los productores de adoquines tengan un modelo de especificaciones en el momento de la fabricación de adoquines. Durante ese tiempo se fueron fabricando adoquines con 2 capas que así obtengan un gasto más económico, y una variedad de formas con distintos colores, sin embargo, hasta ese entonces no se contaba con una norma técnica de la elaboración de adoquines, por lo que se tuvo que optar por normas de otros países, tales como Colombia, EEUU del Norte América, España. Para tener en cuenta los ensayos de resistencia, señalan que debía ser mayor a  $400 m^2$  lo que ha generado un problema pues es difícil de encontrar equipos de laboratorio para adoquines. (Bernal,2016, p.25)

## Características y especificaciones en el Perú

En nuestro país, Perú. Tenemos la Norma Técnica Peruana 399.611, “Adoquines de concreto para pavimentos”, en esta norma nos detalla los requisitos fundamentales que se debe cumplir en su elaboración, para su clasificación debe cumplir su resistencia según su uso y espesor nominal. Ver Tabla 1.

Tabla 1 *Clasificación de adoquines*

TIPO	ESPESOR NOMINAL (mm)	Resistencia a compresión, min. Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Próm. De 3 unidades	Unidad individual
I PEATONAL	40	31 (320)	32 (320)
	60	31 (320)	32 (320)
II VEHÍCULOS LIGEROS	60	41 (420)	42 (420)
	80	37 (380)	38 (380)
	100	35 (360)	36 (360)
III VEHÍCULOS PESADOS	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Fuente: NTP 399.611

## Propiedad Mecánica

### Resistencia a Compresión

En los ensayos de resistencia a compresión del adoquín de concreto se va determinar mediante la aplicación de una fuerza perpendicular sobre la muestra examinada que posteriormente trabajará en el pavimentado, el procedimiento del ensayo a compresión se medirá en un laboratorio, sobre una máquina de pistón hidráulico, así podremos tener la garantía y seguridad que la fuerza a la cual está sometida estará distribuida uniformemente en el adoquín de concreto.

La máquina de pruebas de compresión, deberá tener la fuerza suficiente, para así puedan ser ensayada el adoquín de concreto, esta podrá ser digital, en otros casos mecánica, las cuales debe estar entre una base de acero y una plancha de acero, en las cuales estará el adoquín de concreto, así podrá tener contacto con la máquina de compresión (NTP 399.604, p.9)

El procedimiento del ensayo a compresión, es el siguiente:

- ✓ Los adoquines que se someter al ensayo de compresión deben estar dentro de un estado de humedad, a medida con el medio ambiente.
- ✓ Antes de ser sometidas al ensayo se tendrá que determinar el área neta de la muestra, y ponerlo en su cara mayor sobre la máquina de ensayo y así el técnico encargado del laboratorio pueda realizar el ensayo de compresión.
- ✓ La carga se aplicara de manera constante e uniforme, hasta el punto que no la pueda sostener, lo cual se tener su última lectura registrada.

Los cuales se podrá analizar mediante,

$$f_c = P/A$$

Fc: Resistencia a compresión del adoquín del concreto

P: Carga que será aplicada en la muestra, se medirá según las unidades Kg o KN

A: Área neta del adoquín de concreto en cm<sup>2</sup>

## **Propiedades Física**

### **Dimensión**

En nuestra investigación se tomará con regla de acero, con divisiones de 1 mm, en el caso de los espesores de las aprendes y las tabiquerías se tomaran medida con un Vernier que se encuentre graduado, con divisiones de 0,6 mm, en el caso del adoquín de uso peatonal debe tener las siguientes características según los ensayos indicados por norma. Ver Tabla 2.

Tabla 2 *Requisitos complementarios del adoquín*

ENSAYO	REQUISITO	NORMA DE REFERENCIA	NORMA DE ENSAYO
DIMENSIONES	Largo: 20 cm	NTP 399.611	NTP 399.604
	Ancho: 10 cm		
	Alto: 6 cm		
RESIST. A LA COMPRESIÓN Min, Mpa	37 Mpa (320 kg/cm <sup>2</sup> )	NTP 399.611	NTP 399.604
	33 Mpa (320 kg/cm <sup>2</sup> )		
USOS		COLOR Y TEXTURA	
Adoquines de concreto, para uso peatonal		Según indique las muestras.	

Fuente: DINO – Cemento Pacasmayo

**Peso**

Para determinar el peso de los adoquines de concreto reciclado, su peso respectivo se obtendrá mediante una simple ecuación, mediante las dimensiones del adoquín. Ver Figura 1

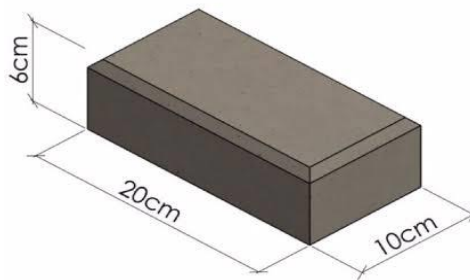


Figure 1 Dimensiones del adoquín

Fuente: [https://www.construmatica.com/construpedia/Ado%C3%ADn\\_Cer%C3%A1mico](https://www.construmatica.com/construpedia/Ado%C3%ADn_Cer%C3%A1mico)

b = base del adoquín

$\gamma$  = Peso específico del concreto 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$P = A \times \gamma$$

## Absorción

El ensayo a realizar de absorción se va medir mediante el peso del agua, referido en el porcentaje del peso seco de la muestra, es una característica que se va relacionar con la resistencia y con la permeabilidad de la muestra examinada. El ensayo de absorción se va determinar mediante el siguiente procedimiento, se pesa la muestra en seco, primero se le lleva al horno a una temperatura de 110 °C, después se va poner dentro de agua por 24 horas y así obtendrá el peso saturado. En el caso que no se tenga las facilidades de la muestra examinada, se tendrá que ser fraccionada en partes mínimas, tal que su peso no pueda ser menor al 10% de la muestra total. (NTP 399.604,2014, p.7).

Los adoquines de concreto usados en pavimentos tienen que estar sujetos a una calidad alta de durabilidad en el caso de los sulfatos o los ciclos de deshielo y hielo, estas deberán cumplir con los siguientes requerimientos. (NTP 399.611, 2017, p. 7) Ver Tabla 3.

Tabla 3 *Requisitos complementarios del adoquín en absorción*

TIPO DE ADOQUIN	ABSORCIÓN, MAX.	
	Prom. De 6 unid.	Unid. Individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: NTP 399.611

Los procedimientos del ensayo de absorción, es el siguiente:

- ✓ Los adoquines de concreto se van a sumergir dentro de agua, que contengan una temperatura ambiente, por un tiempo de 24 horas.
- ✓ Después se procederá a drenar el agua durante el tiempo de 1 min; luego a ponerlo a secar todas sus superficies.
- ✓ Se tendrá que pesar la muestra, obteniendo así el peso saturado. (G1)
- ✓ Luego se procederá a colocar el adoquín de concreto dentro de un horno a una temperatura de 100°C a 105°C, por el tiempo respectivo de 24 horas, para así se pueda poder obtener el peso en su estado seco (G2), así se podrá obtener el porcentaje de absorción mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{G1 - G2}{G2} \times 100$$

G1: Muestra en su estado saturado, en gr.

G2: Muestra en su estado seco, en gr.

A: Contenido de humedad en porcentaje

### **Requisitos complementarios del adoquín según NTP 339.611**

- ✓ En los adoquines de concreto tipo III que se usan según la norma para el tránsito vehicular pesado, estos deberán cumplir las especificaciones indicadas, el requerimiento a la resistencia de abrasión.
- ✓ En este caso estas unidades son ensayadas a conformidad según la NTP 399.604 (Unidades de albañilería, Método de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto), exceptos los ensayos de resistencia de deshielo y congelamiento, y la resistencia de abrasión.
- ✓ Si en nuestra muestra una vez ensayada con una falla conforme se da los requisitos específicos, el fabricante debe separar las unidades de muestra, y una vez obtenida las nuevas muestras, la persona debe seleccionarla según la NTP 399.604, en el caso que la segunda muestra cumpla con todos los requerimientos y al momento de someterlos a ensayo no cumpla con las especificaciones dadas, el lote de la segunda muestra no debería ser comprada.

### **Composición del adoquín de concreto**

#### **Cemento**

El material del cemento, deberá cumplir la NTP 334.009 (Cementos Portland Requisitos), la NTP 334.082 (Cemento Portland Especificaciones) y la NTP 334.090 (Cemento Portland adicionados, Requisitos), estas tienen propiedades cohesivas y adhesivas, estas propiedades permiten que tenga la capacidad de adherir para así formar el producto llamado concreto. Estos hechos con cemento portland normalmente llegan a su máxima resistencia a los 28 días.

Actualmente tenemos diferentes tipos de cementos portland, esto se da por el proceso que se da mientras ocurre el fraguado del bloque de adoquín. El concreto puede elaborarse según la

zona donde se utilizará, pues podría estar expuesto a diferentes cloruros, estas condiciones se presentan normalmente en las construcciones marinas. (López, 2015, p.57)

### **Clasificación de cementos Portland**

Debemos tener en cuenta que American Society For Testing And Materials (ASTM), clasifica en cinco tipos de cementos portland:

- Tipo I: Este tipo de cemento es de uso general, el mayor utilizado en las construcciones.
- Tipo II: Este cemento cuenta con una menor hidratación, ir a diferencia del tipo I, así como puede resistir a la exposición de sulfatos.
- Tipo III: Este cemento a diferencia de los demás, su fraguado es rápido, que se produce en las primeras horas llegando a una resistencia doble que el de tipo I, también produce hidrataciones muy altas producidas por el calor.
- Tipo IV: Este cemento es de tipo de calor bajo, este tipo de cemento normalmente se usa en estructuras de tamaño grande.
- Tipo V: Este cemento son para estructuras de concreto que están expuestos a altas concentraciones expuestas a grandes cantidades de sulfatos.

### **Agua para el concreto**

El agua tiene un rol muy importante dentro de la elaboración del concreto, este tiene relación con la trabajabilidad y con las propiedades del concreto en sus diferentes etapas.

Nos indican ciertas condiciones que debe tener el agua para hacer una mezcla de concreto. El agua si esta adecuada para ser bebida, ese tipo de agua se considera libre de materias orgánicas y de algunas otras impurezas. (NTP 339.088, 2016, p. 6).

### **Agua no recomendable para el concreto**

- Los tipos de agua que contengan ácidos orgánicos, este tipo no podrán ser utilizadas porque va disminuir la estabilidad del concreto.
- Las aguas calcáreas que son provenientes de los desagües
- El agua producto de las lluvias debe ser evitada para el uso de elaboración de concreto, porque del cemento tiende a deslavar la cal.
- No es recomendable usar agua cuya turbidez se encuentra en grandes cantidades.



## **Aditivos Colorantes**

En la presente investigación es importante saber que material nos va permitir darle color a nuestro adoquín de concreto elaborado con material de demolición, estos aditivos que se puedan agregar, serian sin afectar las propiedades de la mezcla de concreto. (NTP 339.231, 2015, p.6).

## **Pigmentos Colorantes**

Los pigmentos a usarse pueden ser de 2 tipos artificiales o naturales, en la siguiente lista indicaremos los siguientes pigmentos que permiten darle color a la mezcla. (NTP 339.231, 2015, p. 7)

- Azul; (azul ultramarino)
- Marro (Oxido de marrón de hierro)
- Verde (Oxido de cromo)
- Gris o negro (Oxido de negro hierro; negro carbón)
- Blanco (Bióxido de titanio)
- Rojo (Oxido rojo de hierro)

## **Requisitos del aditivo colorante**

Los aditivos de colores deben cumplir con los requisitos siguientes:

- Los aditivos naturales la intensidad de los colores es menor a la de los aditivos sintéticos.
- Deben de tener una estabilidad en su color ante la luz del sol.
- No tiene influencia sobre el tiempo de fraguado, o de implicancia en la resistencia.

## **Porcentaje de adición**

Al momento de agregar el aditivo este no debe de exceder al 10% del peso del cemento, pues pueden dañar la resistencia mecánica del producto, en este caso el adoquín de concreto. En el caso que la cantidad agregada sea menor al 6%, esta no tendrá ningún efecto. (NTP 339.231, 2015, p. 9).

## **Material de demolición**

En nuestro país, cada vez se hace más conocido el uso y manejo adecuado de los residuos sólidos o también llamados material de demolición, para poder reutilizarlos mediante un proceso de selección, y luego un proceso al material hasta obtener el agregado en su fase

inicial. Actualmente son pocas las empresas que se dedican a este rubro, entre ellas la empresa llamada CAJAS ECOLOGICAS S.A.C. la que trabaja en conjunto con la empresa FOCSAC S.A.C., estas empresas se encargan de darle un tratamiento adecuado al material de demolición, para así poder darle un segundo a este material, mediante un proceso de trituración.

### **Proceso de recolección de material**

En primer lugar, es el acopio del material de demolición, el llamado desmonte, en algunas empresas se emplean las cajas ecológicas, la que se encarga del tratado del material de demolición. Ver Figura 2.



*Figure 2* Acopio del material de demolición

Fuente: Empresa FOCSAC

En segundo lugar, se lleva el material de demolición a la planta que se encuentra ubicada en el distrito de Villa el Salvador. Ahí se procede a la selección del material a reutilizar. Ver Figura 3.



*Figure 3* Traslado del material de demolición

Fuente: Empresa FOCSAC

En tercer lugar, se encarga de la trituración con la máquina trituradora Red Rhino Mini Crusher. Ver Figura 4.



*Figure 4* Trituración del material de demolición

Fuente: Elaboración propia

En cuarto lugar, se lleva la selección de material según una malla la cual separa el material según las dimensiones, desde agregado grueso y fino reciclado. Ver Figura 5.



*Figure 5* Separación de agregados reciclados

Fuente: Empresa FOCSAC

Este es el proceso que se le da al material proveniente de los escombros de las construcciones así también de los movimientos de las tierras. Estas a su vez se dividen en reciclables, reutilizables, para la cual se divide las sobras en la remoción, en la cual indica el tipo de transporte terrestre, en contenedoras. (NTP 400.050, 1999, p.8) Ver Figura 2.

Según la Ley N° 27314 – Ley General de Residuos Sólidos, establece como finalidad, responsabilidad un manejo adecuado de los diferentes tipos de residuos, la minimización y prevención de los posibles riesgos de nivel ambientales y sobre el amparo, la mejora de la salud y a futuro tener un bienestar en la salud de la persona.

### **Agregado Fino Reciclado**

Se define al material artificial de rocas o también material natural, se encuentra comprendido en las mallas 3/8" así también las pasantes a la malla N°200, para que luego sea utilizada en la elaboración y proporción adecuada del concreto así cumplan con los requisitos adecuados para que cumplan con la calidad adecuada. (NTP 400.37, 2015, p. 8) pues en la presente investigación se utilizará material de demolición, el mismo que debe cumplir las exigencias de la Norma Técnica Peruana 400.037 denominada "Especificaciones normalizadas para agregados en concreto".

### **Propiedades de Arena Reciclada**

El material de demolición a utilizar deberá cumplir las exigencias de la NTP 400.037, las determinaciones de sus propiedades físicas nos ayudaran a obtener nuestros valores que posteriormente van a ser empleados en la fabricación del adoquín de concreto, las siguientes propiedades son; el peso unitario, el contenido de humedad, la granulometría.

### **Peso Unitario**

Se define peso unitario o también peso volumétrico del agregado, al peso que va alcanzar un volumen determinado, teniendo en cuenta que tiene vacíos en el interior, comúnmente se va expresar  $kg/m^3$ .

Al medir el peso unitario, tendrán condiciones propias del material, dependerá de tamaño, forma y granulometría, también como del contenido de humedad, asimismo estará sujeto a los indicadores externos, como el nivel compactado, el máximo tamaño del agregado fino reciclado en la relación directa con el volumen de la vasija. (NTP 400.017, 2015, p. 6)

### **Contenido de Humedad**

El contenido de humedad nos indicara el porcentaje de cantidad de agua que tiene el material, esto se va determinar teniendo la muestra del agregado seco en el horno al 110° C, el peso de su estado natural y de este cociente se multiplicara por 100.

El agregado comúnmente es considerado dentro de un estado superficialmente seco y saturado, esto significa que se encuentra con sus poros abiertos, estos están llenos de agua y libres de humedad superficial, teniendo su mejor condición y así pueda ser con fines prácticos y también con el diseño de la dosificación (NTP 400.022,2015, p.8)

## Granulometría

En este caso se va definir a la granulometría por la distribución de partículas de los agregados según su tamaño, este proceso se logra separando el material. En práctica aún no existe proceso alguno que nos permita llegar a una ideal granulometría para los agregados, a pesar de esto se ha podido desarrollar una granulometría en las cuales se permiten obtener indicadores satisfactorios a partir del material que se pueda obtener en esa área.

Este tipo de propiedad tiene la consistencia de diferentes tamaños de cada partícula que la conforman, todo esto se analizara su separación en diferentes fracciones, pasándolas a través de mallas, lo importante es que estas propiedades estarán repartidas en diferentes tamaños intervendrán de una forma directa en las características del concreto endurecido y fresco. (NTP 400.012, 2014, p. 4).

En la curva granulométrica sería de gran ayuda pues nos indicaría a ver la granulometría de los agregados tanto individuales como los combinados, en la elaboración de las curvas va ser de manera conveniente, dado que sería bajo las aberturas de los tamices, los puntos hechos en el cuadro resultaran del análisis hecho, estos al juntarlos formarían la curva granulométrica del tipo de agregado a estudiar. (NTP 400.037, 2015, p. 8) Ver Tabla 4.

*Tabla 4* Requisitos de agregados finos

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N°4	95 - 100
N°8	80 - 100
N°16	50 - 100
N°30	25 - 60
N°50	10 - 30
N°100	2 - 10

Fuente: NTP 400.037

### **Agregado Grueso Reciclado**

El agregado reciclado grueso se va definir como el agregado que se queda retenido en el tamiz N°4 que proviene de la desintegración mecánica de las rocas existentes, la cual debe cumplir con la NTP 400.037 denominada “Especificaciones normalizadas para agregados en concreto”.

Este material estará compuesto por una fracción de roca tipo partida, también de grava triturada, en el este caso el agregado será de manera semiangular, compactados, de textura rugosa, resistente, así como que se encuentre libre de polvo, partículas blandas, etc. (NTP 400.037, 2015, p. 12)

### **Propiedades de Agregado Grueso**

En el caso de los agregados gruesos, primero deben ser evaluados mediante ensayos para constatar si cumplen la NTP 400.037 y así posteriormente someterlas a la preparación de concreto.

### **Peso Unitario**

Se define peso unitario o también peso volumétrico del agregado, al peso que va alcanzar un volumen determinado, teniendo en cuenta que tiene vacíos en el interior, comúnmente se va expresar  $kg/m^3$

Para establecer el peso unitario del agregado, va ser el peso de un volumen de una muestra establecida, que por norma indica que varíen de  $1500 kg/m^3$  a  $1700 kg/m^3$ . Se irán a determinar dos pesos unitarios, el primero será el peso unitario suelto y el peso unitario compactado. (NTP 400.017, 2015, p. 9)

### **Contenido de Humedad**

El contenido de humedad, es la cantidad de agua que tiene el material en este caso el agregado grueso, esta propiedad se trata de ver la cantidad de agua que ira a variar en el concreto, esto se media a través de un porcentaje. (NTP 400.022, 2015, p.8)

### **Granulometría**

La granulometría indica a la repartición de las partículas de diferentes tamaños de agregados, esta deberá ser continua y también tendrá que conseguir una densidad máxima del concreto trabajándolo con un adecuado proceso en funcionabilidad a las diferentes condiciones de mezcla. (NTP 400.037, 2015, p. 13)

### Tamaño Máximo

En este caso va a corresponder al tamiz menor por el cual va a pasar la muestra del agregado grueso.

### Tamaño Nominal Máximo

En este caso va a corresponder al tamiz menor de la serie, el cual material se va producir a la primera malla retenida. Ver Tabla 5.

Tabla 5 Requisitos granulométricos para el agregado grueso

u s o	Tamaño Nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 mm
1	90 mm a 37.5 mm	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37.5 mm	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25 mm	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3 5 7	50 mm a 4.75 mm	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37.5 mm a 19 mm	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
4 6 7	37.5 mm a 4.75 mm	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25 mm a 12.5 mm	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...

5	25 mm a							90 a	40 a	10 a	0 a				
6	9.5 mm	...	...	...	...	...	100	100	85	40	15	0 a 5	...	...	...
5	25 mm a							95 a		25 a		0 a			
7	4.75 mm	...	...	...	...	...	100	100	...	60	...	10	0 a 5	...	...
6	19 mm a								90 a	20 a	0 a				
6	9.5 mm	...	...	...	...	...	...	100	100	55	15	0 a 5	...	...	...
6	19 mm a 4								90 a		20 a	0 a			
7	mm	...	...	...	...	...	...	100	100	...	55	10	0 a 5	...	...
7	12.5 mm a									90 a	40 a	0 a			
7	4.75 mm	...	...	...	...	...	...	...	100	100	70	15	0 a 5	...	...
8	9.5 mm a										85 a	10 a	0 a		
8	2.36 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	100	100	30	10	0 a 5	...
8	12.5 mm a										90 a	20 a	5 a	0 a	
9	9.5 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	100	100	55	30	10	0 a 5
9	4.75 mm a											85 a	10 a	0 a	
9	1.18 mm	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	100	40	10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

### Diseño de mezcla

Se le denomina como la selección de materiales en este caso los agregados en una unidad cubica de concreto, conocido como diseño de mezcla, esta es definida como la selección de los materiales adecuados para su combinación según sea su tipo de uso, con el objetivo de tener un producto adecuado, en el cual no se encuentre endurecido, y tenga propiedades de trabajabilidad y consistencia pertinente. (López, 2015, p. 50)

### Método de diseño de mezcla

En nuestro país, no tenemos un diseño de mezcla oficial, esto es difícil debido a la variedad de agregados y sus diferentes propiedades. En las construcciones se utilizan diferentes



métodos de diseños de mezcla de concreto basados en el ACI, AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, en la presente investigación se utilizará el método del ACI.

El ACI 211, tiene procedimientos de diseño las cuales se basan según los distintos agregados que contienen 1 m<sup>3</sup> concreto, este procedimiento se basa en las proporciones de los materiales a utilizar, esta puede utilizarse en métodos de diseño de concreto pesado.

#### **1.4 Formulación del problema**

##### **Problema General**

- ¿De qué manera será el comportamiento de los adoquines de concreto elaborados con material de demolición respecto a sus propiedades físico mecánicas para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?

##### **Problema Específico**

- ¿Cuál es la influencia del material de demolición en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?
- ¿De qué manera influye el material de demolición en las propiedades físicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?
- ¿De qué manera será la dosificación en la relación agua/cemento que permita mejorar las características de las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?

#### **1.5 Justificación de la investigación**

Esta investigación, tiene como prioridad elaborar adoquines de una manera alternativa a la que comúnmente se elaboran, tradicional, empleando material reciclado de demolición, con la intención de tener un mejor manejo, para que así se produzca con una mejor eficiencia de recursos, tanto económico, y también se logre disminuir la contaminación.

Actualmente el distrito de Villa El Salvador, tiene zonas en completo abandono por parte de la municipalidad a la cual, por la que las veredas, sardineles y pistas necesitan estar óptimas para su uso adecuado, la presente investigación tiene como finalidad incentivar a utilizar agregados ecológicos para la pavimentación del distrito, pues la empresa se encuentra en el mismo distrito y sería viable la presente propuesta, así se colaboraría con la medio ambiente y darle mayor trabajo a las empresas peruanas.

## **1.6 Hipótesis**

### **Hipótesis General**

- La aplicación de material de demolición mejora las propiedades físico mecánicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal en Villa El Salvador 2019.

### **Hipótesis Específica**

- Determinar la influencia del material de demolición en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.
- El material de demolición influye en las propiedades físicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.
- La dosificación adecuada agua-cemento será 0,38 que nos permita mejorar las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.

## **1.7 Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar las propiedades físico- mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.

### **Objetivos Específicos:**

- Determinar la influencia del material de demolición en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.
- Determinar la influencia del material de demolición en las propiedades físicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.
- Determinar la dosificación adecuada en relación agua/cemento para la elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Tipo y diseño de investigación**

- **Diseño de Investigación**

Se da mientras se manipula una variable de tipo experimental no comprobada, en formas de orden controladas, con la forma que de descubrir lo que causa es situación en particular (Tamayo, 2015, p.24).

El presente trabajo de investigación es de diseño experimental, pues se busca dar soluciones a las interrogantes, y así cumplir con los objetivos que se han propuestos en el proyecto, así como poner en prueba la hipótesis planteada.

- **Tipo de Investigación**

Las investigaciones que se realicen de tipo aplicada serán porque tienen como objetivo realizar diferentes análisis, estas investigaciones podrán contribuir con nuevas alternativas en el caso este correctamente planificadas, tales que los resultados obtenidos sean creíbles según sea la fecha, lo cual podrá ser provechosa (Baena, 2016, p. 11).

La presente investigación es de tipo aplicada, pues tiene objetivo realizar estudios de análisis de un obstáculo destinado a la acción. Así también esta investigación podrá tener una contribución para nuevas opciones, si se realiza la planificación correcta para la presente investigación, de tal manera que los resultados sean mostrados, así los datos obtenidos en la investigación sean provechosos.

- **Nivel de Investigación**

Las investigaciones de nivel explicativo, se encarga de explicar con detalle lo ocurrido en una situación por el investigador con sus propias conclusiones, realizar un análisis comparativo. (Hernández, 2016, p.95)

La presente investigación será de nivel explicativa pues tendrá resultados tipo cuantitativos que no podrán tener una respuesta legible al problema, pues tendrán que ser resueltas por el investigador por medio de comparaciones y análisis realizado.

- **Enfoque de investigación**

Como lo señala la investigación cuantitativa, va relacionado con la cantidad, por lo tanto, su principal medio es el cálculo y la medición, los cuales nos ayudaran a medir magnitudes (Niño, 2017, p.30)

El enfoque es de orden cuantitativo pues los ensayos a realizar obtendrán un valor numérico, haciendo posible verificar los datos y la comparación de estos valores para así poder tener una respuesta a nuestra investigación, siendo beneficioso o deficiente.

## **2.2 Operacionalización de variables**

La variable de una investigación se definirá como aquella cualidad que de útil manera se logra relacionar con las variables siguientes. (Sabino, 2015, p.62)

- **Variable dependiente**

Adoquines de Concreto

- **Variable independiente**

Material reciclado

- **Operacionalización** Ver Tabla 6.

Tabla 6 *Matriz de Operacionalización*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento y unidades de medición
<b>Variable Dependiente</b> <b>Adoquines de Concreto</b>	Son elementos pre fabricados con forma de prisma recto tal que al colocarlos sobre una superficie encaja una con otras.	Es un bloque que se utiliza para la construcción de pavimentos.	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	Ensayos en laboratorio – kg/cm <sup>2</sup> NTP 399.621
			Propiedades físicas	Dimensionamiento	Regla Graduada – cm NTP 399.611
				Peso	Balanza – kg NTP 399.611
				Absorción	Balanza, horno, depósito de agua, % NTP 400.021
<b>Variable Independiente</b> <b>Material de demolición</b>	Materiales que son obtenidos mediante los procesos de demolición.	Se realiza un análisis adecuado para obtener los agregados reciclados, para la elaboración de adoquines.	Propiedades de arena reciclada	Peso Unitario	Ensayos en laboratorio – kg/m <sup>3</sup> NTP 400.037
				Cont. Humedad	Ensayo en laboratorio - % NTP 400.037
				Granulometría	Formato de laboratorio/ balanza/ tamices NTP 400.012
			Propiedades de piedra reciclada	Peso Unitario	Ensayos en laboratorio – kg/m <sup>3</sup> NTP 400.037
				Cont. Humedad	Ensayo en laboratorio - % NTP 400.037
				Granulometría	Formato de laboratorio/ balanza/ tamices NTP 400.012
			Diseño de mezcla	Diseño 1: A/C 0.42	ACI 211
Diseño 2: A/C 0.38					

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 Población, muestra y muestreo

### Población

El mundo tiene ingredientes que contienen diferentes características, que algunos son de forma similar y se encuentran dentro de una misma área el cual serán tema de investigación (Garcés, 2016, p. 36).

Para nuestra investigación se está considerando como población a los adoquines de concreto de 6 cm de espesor a usarse en los próximos ensayos, los cuales deben cumplir lo que la norma lo estipula.

### Muestra

Una manera que tiene se presenta la gran cantidad de características de las unidades de estudio (Salinas, 2015, p. 59).

El proyecto de investigación está compuesto por 36 adoquines y se tomarán como muestra adoquines con material reciclado de demolición para llevarlos a ensayos, según indica la NTP 399.611, según el espesor nominal, de 6 cm, estos serán llevados a ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días según lo indican las tablas. La investigación se darán con 2 tipos de diseños de mezcla en relación A/C las cuales serán 0.42 y 0.38 que serán utilizadas para la elaboración de los adoquines con material de demolición, para que así pueda llegar a tener una resistencia a compresión de  $320 \text{ kg/cm}^2$ .

#### DISEÑO DE MEZCLA – RELACIÓN A/C:

- Muestras sometidas a compresión
  - 0,42

Tipo I	7 días	14 días	28 días
60 mm	6	6	6

En el primer diseño de mezcla se harán 18 muestras, que serán sometidas a ensayos de compresión.

➤ 0,38

Tipo I	7 días	14 días	28 días
60 mm	6	6	6

En el tercer diseño de mezcla se harán 18 muestras, que serán sometidas a ensayos de compresión.

- Muestras sometidas a absorción, según la relación A/C

➤ 0,42

TIPO I	60 mm	6
--------	-------	---

En el primer diseño de mezcla se harán 6 muestras, que serán sometidas a ensayos de absorción.

➤ 0,38

TIPO I	60 mm	6
--------	-------	---

En el tercer diseño de mezcla se harán 6 muestras, que serán sometidas a ensayos de absorción.

## **Muestreo**

El muestreo no probabilístico, es la técnica la cual nos va permitir seleccionar las muestras que el investigador desea bajo un su propio criterio (Niño, 2017, p. 58)

El muestreo será de tipo no probabilístico, pues la muestra, en este caso los materiales no serán escogido al azar, estarán bajo criterio de la persona que realiza la investigación.

## **Selección unidad de análisis**

La unidad de análisis, se denominará al grupo de personas u objetos sobre el cual se irán a recolectar los datos (Behar, 2018, p. 52)



La unidad de análisis de este proyecto viene a ser es el material reciclado de demolición, ya que se estará usando con variaciones propias hechas por el investigador.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En el proyecto de investigación se tendrá que elaborar un cronograma, el tiempo de observación, los cuales detalle los resultados, comportamientos, contenidos, recursos etc. (Niño, 2017, p.94).

Esta investigación viene a ser de manera experimental pues se utilizará como método de recolección de datos, las fichas obtenidas por los ensayos en el laboratorio de materiales.

### Validez

La validez es un instrumento que sirve para tener una correcta medición de la variable, y en el caso que no lo sea que tenga lo adecuado (Niño, 2017, p. 87).

Para la presente investigación los instrumentos los cuales nos permiten la recolección de datos son validados por expertos, ingeniero civil, el especialista en el laboratorio, se encargará en certificar todos los ensayos realizados. Según la Tabla 7 indicara el nivel de validez.

Tabla 7 Nivel de Validez

NIVEL	VALIDEZ
0.81 – 1.00	Alta validez
70.61 – 0.80	Mediana validez
0.41 – 0.60	Moderada validez
0.21 - 0.40	Poco validez
0.00 – 0.20	No tiene validez

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 8 se obtuvo como promedio final el valor de 1, estando está en el primer nivel, dando una alta validez según lo indica la Tabla 9.

Tabla 8 *Promedio de validación*

NIVEL	VALOR
Experto 1	1
Experto 2	1
Experto 3	1
Promedio	1

Fuente: Elaboración propia.

## Confiabilidad

La confiabilidad se mide bajo un instrumento el cual es medido, este tiene que estar medido bajo resultados que serán producidos (Hernández, 2015, p.200)

Para este caso las confiabilidades se procederán mediante los certificados otorgados del lugar en donde se realicen los ensayos.

## 2.5 Procedimiento

### Agregado fino reciclado

En este caso el agregado fino se obtuvo de la empresa FOCSAC S.A.C., la cual nos brindó el material ya triturado para su posterior uso.

### Características del agregado fino

#### Análisis Granulométrico

En este análisis granulométrico obtendremos los resultados según la retención del agregado en cada malla, según corresponda la siguiente Tabla 9.

Tabla 9 *Análisis Granulométrico Agregado Fino*

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Pasante Acumul.
#4	0.2	0	0	100
#8	37.2	7.4	7.4	92.6
#16	137.4	27.3	34.7	65.3
#30	143.1	28.4	63.1	36.9
#50	85.9	17	80.1	19.9
#100	49.6	9.8	89.9	10.1
FONDO	50.8	10.1	100	0

Fuente: Elaboración Propia

## Curva Granulométrica

La siguiente curva granulométrica es obteniendo mediante el análisis granulométrico previo, en la figura 8 indicaremos la curva granulométrica del agregado fino. Ver Figura 6.

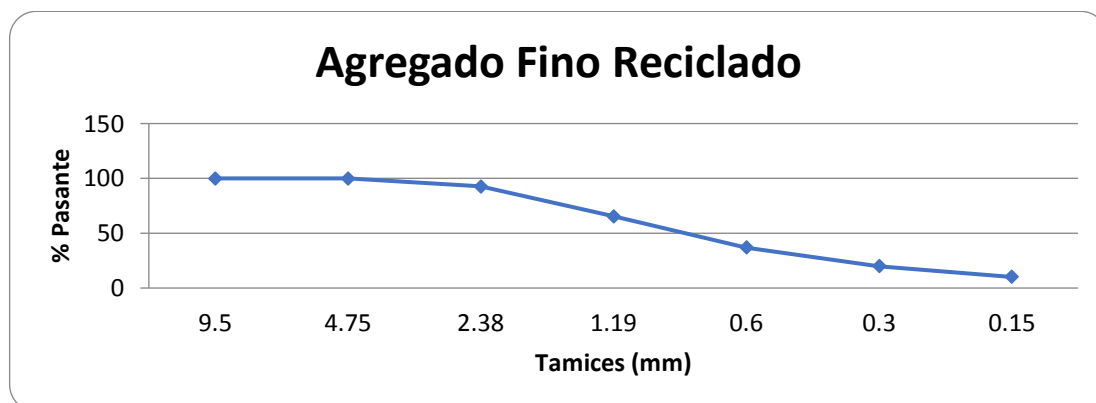


Figure 6 Curva Granulométrica de Agregado fino

Fuente: Elaboración propia

## Propiedades Físicas

Las propiedades físicas del agregado fino, que se obtuvieron fueron las adecuadas para un diseño de mezcla óptimo.

Nuestro módulo de fineza obtenida fue 2.75, la cual se encuentra dentro del rango establecido por norma, la que indica que se debe encontrar en un rango de 2.3 como mínimo y 3.1 como máximo, en la siguiente tabla si indicara todos los datos del agregado fino. Tabla 10.

Tabla 10 *Propiedades Físicas del Agregado Fino*

Módulo de Fineza	2.75
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1206
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1493
Peso Específico	2.232
Contenido de Humedad (%)	6.82
Porcentaje de Absorción (%)	8.82

Fuente: Elaboración Propia

## Agregado grueso reciclado

En este caso el agregado grueso se obtuvo de la empresa FOCSAC S.A.C., la cual nos brindó el material ya triturado para su posterior uso.

## Características del agregado fino

### Análisis Granulométrico

En este análisis granulométrico obtendremos los resultados según la retención del agregado grueso en cada malla, según corresponda la siguiente Tabla 11.

Tabla 11 *Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Pasante Acumul.
1"	-	-	-	100
3/4"	-	-	-	100
1/2"	-	-	-	100
3/8"	45.7	10.5	10.5	89.5
#4	286.1	65.5	76	24
#8	92.8	21.3	97.2	2.8
#16	8.2	1.9	99.1	0.9
#30	0	0	99.1	0.9
#50	0	0	99.1	0.9
#100	0	0	99.1	0.9
FONDO	3.9	0.9	0	0

Fuente: Elaboración Propia

### Curva Granulométrica

La siguiente curva granulométrica es obtenida mediante el análisis granulométrico previo, en la figura 9 indicaremos la curva granulométrica del agregado grueso. Ver Figura 7.

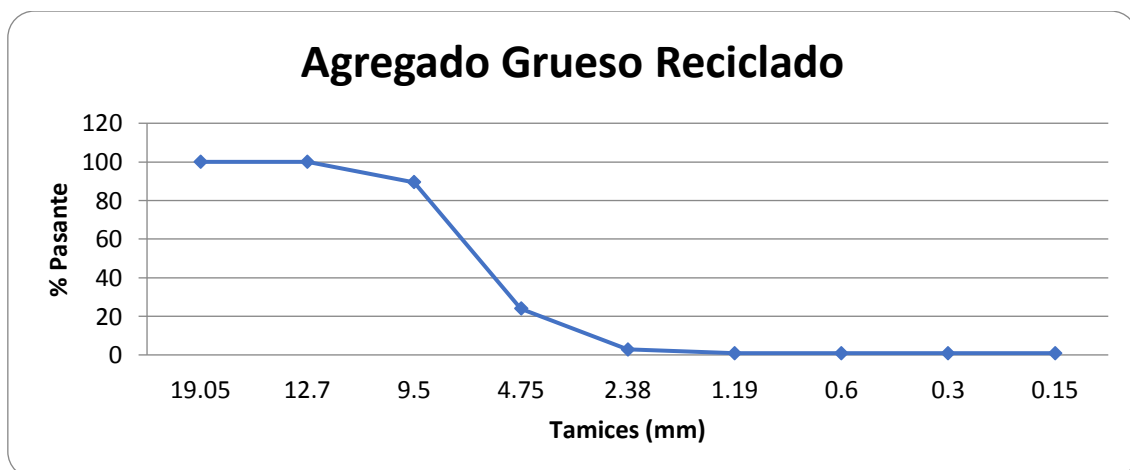


Figure 7 Curva Granulométrica de Agregado Grueso

Fuente: Elaboración Propia

### **Propiedades Físicas**

Las propiedades físicas del agregado grueso, que se obtuvieron fueron obtenidas mediante cálculos en el laboratorio. Ver Tabla 12.

Tabla 12 *Propiedades Físicas del Agregado Grueso*

Tamaño Máximo Nominal	1/2
Módulo de Fineza	5.8
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1153
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1277
Peso Específico	2.3
Contenido de Humedad (%)	4.68
Porcentaje de Absorción (%)	6.68

Fuente: Elaboración Propia

### **3.1 Diseños de mezcla**

Después de haber realizado el estudio a los agregados se procede a realizar el diseño de mezcla para la elaboración del adoquín de concreto.

#### **Materiales**

**Cemento:** Sol Tipo I

**Agregado Fino Reciclado:** Brindado por la empresa FOCSAC

**Agregado Grueso Reciclado:** Brindado por la empresa FOCSAC

#### **Propiedades de los agregados:**

Después de haber obtenido los datos de los agregados, se procederá a realizar el diseño para que el adoquín de concreto tenga una resistencia a compresión de 320kg/cm<sup>2</sup>, el diseño se realizó para 1m<sup>3</sup> de concreto. Ver Tabla 13.

Tabla 13 *Propiedades Físicas de los Agregados Reciclados*

	Agregado Fino Reciclado	Agregado Grueso Reciclado
Tamaño Máximo Nominal		1/2
Módulo de Fineza	2.77	5.8
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1206	1153
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1493	1277
Peso Especifico	2.23	2.3
Contenido de Humedad (%)	6.82	4.68
Porcentaje de Absorción (%)	8.82	6.68

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Primer Diseño de mezcla**

**Selección del asentamiento**

De acuerdo con las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla de concreto tenga una consistencia seca, y que esta a su vez tenga un asentamiento de 0'' - 1''.

**Voluntad unitaria de agua**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 2 3/4'', cuyo agregado grueso nominal tiene un tamaño nominal 3/8'', el volumen unitario de agua es de 263 lt/m<sup>3</sup>

**Relación Agua - Cemento**

Se obtiene una relación agua cemento de 0.42

**Factor de Cemento**

F.C.:  $263/0.40 = 626.2 \text{ kg/m}^3 = 14.7 \text{ bolsas /m}^3$

### **Valores de diseño**

Cemento: 626.2 kg/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva: 263 lt/m<sup>3</sup>

Agregado Fino Reciclado: 610 kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso Reciclado: 696 kg/m<sup>3</sup>

### **Proporción en Peso**

$$\frac{626.2}{626.2} : \frac{610}{626.2} : \frac{696}{626.2}$$

1 : 0.95 : 1.09 : / 17.9 lts/bolsa

### **Proporción en Volumen**

1 : 1.18 : 1.41 / 17.9 lts/bolsa

## ✓ **Segundo Diseño de mezcla**

### **Selección del asentamiento**

De acuerdo con las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla de concreto tenga una consistencia seca, y que esta a su vez tenga un asentamiento de 0" - 1".

### **Voluntad unitario de agua**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 2 1/2", cuyo agregado grueso nominal tiene un tamaño nominal 3/8", el volumen unitario de agua es de 263 lt/m<sup>3</sup>

### **Relación Agua - Cemento**

Se obtiene una relación agua cemento de 0.39

### **Factor de Cemento**

F.C.:  $263/0.39 = 674.4 \text{ kg/m}^3 = 15.9 \text{ bolsas /m}^3$

### **Valores de diseño**

Cemento: 674.4 kg/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva: 263 lt/m<sup>3</sup>

Agregado Fino Reciclado: 577 kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso Reciclado: 686 kg/m<sup>3</sup>

### **Proporción en Peso**

$$\frac{674.4}{674.4} : \frac{577}{674.4} : \frac{686}{674.4}$$

1 : 0.84 : 1.00 : / 16.8 lts/bolsa

### **Proporción en Volumen**

1 : 1.04 : 1.30 / 16.8 lts/bolsa

Para la elaboración de adoquines se procedió a la recolección de los agregados reciclados, estos fueron brindados por la empresa FOCSAC. Ver Figura 8 y 9.



*Figure 8* Agregado fino Reciclado

Fuente: Elaboración propia





*Figure 9* Agregado Grueso Reciclado

Fuente: Elaboración Propia

Luego se procedió a llevar a estos agregados al laboratorio de materiales para su ensayo de granulometría, contenido de humedad, peso unitario. Para que así se tenga diseño de mezcla adecuada para que obtenga una resistencia a compresión requerida de 320 Kg/cm<sup>2</sup> según la norma técnica peruanas 399.611.

Así esto se procedió a elaborar el producto, en este caso el adoquín de concreto Tipo I, primero teniendo la dosificación correcta, pesando el agregado según lo indicado en el diseño de mezcla, luego someterlo a una vibración manual mecánica durante 1 minuto, y luego de 24 horas comenzar su etapa de curado, al adoquín para someterlos a ensayo de absorción y resistencia a compresión. Este procedimiento se realizó 2 veces, puesto que obtuvieron 2 diseños de mezcla, para comprobar si el agregado cumple los requerimientos mínimos, según lo indica la norma técnica peruana 399.611.

En primer lugar, a pesar el agregado fino reciclado, el agregado grueso reciclado y el cemento. Ver Figura 10, 11 y 12.



*Figure 10* Pesaje de Agregado Fino Reciclado

Fuente: Elaboración Propia



*Figure 11* Pesaje Agregado grueso Reciclado

Fuente: Elaboración Propia



*Figure 12* Cemento Tipo I

Fuente: Elaboración Propia

En segundo lugar, mezclar los materiales según el diseño proporcionado. Ver figura 13 y 14.



*Figure 13* Materiales listos para la mezcla

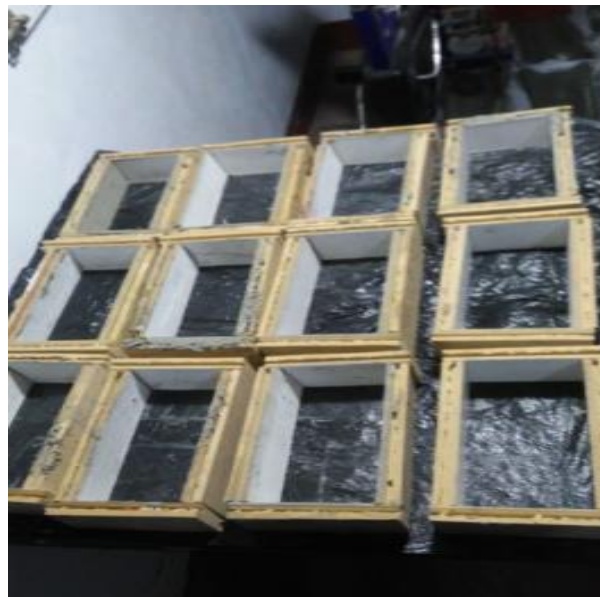
Fuente: Elaboración Propia



*Figure 14* Mezcla de los agregados

Fuente: Elaboración Propia

En tercer lugar, se realizarán los moldes de la elaboración de los adoquines de Tipo I, para uso de tránsito peatonal, estos tendrán una medida de 6cm de altura nominal, con 10 cm de ancho y 20 cm de largo. Ver figura 15.



*Figure 15* Moldes de adoquines

Fuente: Elaboración Propia

En cuarto lugar, los adoquines a una mesa vibradora mecánica. Ver Figura 16.



*Figure 16* Adoquines de concreto en mesa vibradora mecánica

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, las muestras de los adoquines estarían listas para el curado correspondiente. Ver Figura 17.



*Figure 17* Adoquines de concreto reciclado

Fuente: Elaboración Propia

Después de la elaboración de adoquines se procedió al curado del adoquín para su ensayo de compresión y absorción respectivamente. Ver Figura 18.



*Figure 18* Curado de adoquines de concreto

Fuente: Elaboración Propia

## **2.6 Método de análisis de datos**

Se va efectuara en la investigación con la completa información numérica, que se presentaran mediante tablas, medidas etc (Sabino, 2015, p. 152).

Puesto que la presente investigación es cuantitativa, la información recolectada nos podrá permitir hacer un análisis en el laboratorio de pruebas, por lo cual tendremos que realizar nuestra propia interpretación y demostrar las conclusiones que se obtuvieron con los datos recolectados, basándonos en lo que indican las normas técnicas peruanas, según sea el ensayo a realizar.

## **2.7 Aspectos éticos**

Los aspectos éticos en una investigación, se basa en la aprobación de los expertos y la toma de decisiones frente a los dilemas prácticos (Charriez, 2016, p. 59).

La investigación será respaldada por los resultados obtenidos en los laboratorios, así como también las diferentes fuentes que se utilizaron para la elaboración de este proyecto

### **III. RESULTADOS**

En este capítulo, se mostrarán los resultados obtenidos por los adoquines de concreto con material de demolición. Las diferentes características de los materiales, tu comportamiento en un ensayo de granulometría, así como los ensayos hechos al adoquín de concreto, su resistencia a compresión y absorción, según lo requerido en la NTP 399.611.

El presente proyecto de investigación se realizaron adoquines de concreto con material de demolición, este material pasa por un proceso de selección previo al tratamiento de trituración, en este investigación se está elaborando adoquines de concreto, para tipo de uso peatonal, basándonos a la NTP 399.611 que nos indica que el adoquín de concreto debe de cumplir requisitos básicos para su uso posterior.

El lugar donde se pretende utilizar presenta una falta de interés por parte de la municipalidad de Villa el Salvador, pavimentar las veredas para el tránsito peatonal, teniendo en este caso los adoquines que serían de gran uso, obteniendo beneficios saludables, pues es un material reciclado, así se podrá reducir la contaminación ambiental a los lugares informales, tales son las playas del litoral peruano.

### **3.1 Normatividad**

El presente trabajo de investigación, se basa en la NORMA TECNICA PERUANA 399.611, teniendo requisitos básicos para su elaboración, teniendo la así como sus normas respectivas para los agregados la NTP 400.012.

### **3.2 Ensayos del adoquín de concreto - Diseño I**

Los adoquines de concreto con agregado reciclado cumplieron según los requerimientos indicados en la NTP 399.611, en este caso se realizaron adoquines de tipo peatonal. Luego de la elaboración del primer diseño, se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **Peso del adoquín de concreto**

Después de la elaboración del adoquín de concreto reciclado, se procedo a realizar el pesaje del producto en una balanza proporcionada por el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villareal. Ver Figura 19.





Figure 19 Pesaje del adoquín de concreto reciclado

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la imagen, se realizó el pesaje del adoquín de concreto Tipo I, este obtuvo como peso promedio el siguiente resultado mostrado. Ver Tabla 14.

Tabla 14 *Peso del adoquín de concreto*

Adoquín	Peso (kg)
Promedio	2.841

Fuente: Elaboración Propia

### **Dimensiones del adoquín de concreto**

Dimensiones de los adoquines sometidos a compresión a los 7 días. Ver Tabla 15.

Tabla 15 *Dimensiones de adoquines sometidos al ensayo de compresión a los 7 días*

N° de Muestra	DIMENSIONES		
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)
1	20.1	9.9	6.1
2	19.9	10.1	6.0
3	20.0	9.9	6.1
4	20.1	9.9	6.1
5	19.9	10.1	6.0
6	20.1	9.9	6.1
PROMEDIO	20.0	10.0	6.1

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior se tiene las dimensiones del adoquín de concreto, este adoquín cumple con los requerimientos mínimos según lo indicado en la norma técnica peruana 399.611, requiere que estos varíen con  $\pm 1.6$  cm.

Dimensiones de los adoquines sometidos a compresión a los 14 días. Ver Tabla 16.

Tabla 16 *Dimensiones de adoquín sometidos al ensayo de compresión a los 14 días*

N° de Muestra	DIMENSIONES		
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)
1	20.1	9.9	6.1
2	20.0	10.1	6.1
3	20.1	9.9	6.0
4	20.0	9.9	6.1
5	19.9	10.0	5.9
6	20.1	9.9	6.1
PROMEDIO	20.0	9.9	6.0

Fuente: Elaboración Propia

De igual forma el segundo grupo que serán sometidos al ensayo de resistencia a compresión también cumple con lo requerido según la norma técnica peruana 399.611, requiere que estos varíen con  $\pm 1.6$  cm.

Finalmente se obtiene las dimensiones de los adoquines sometidos al ensayo de compresión a los 28 días. Ver Tabla 17.

Tabla 17 *Dimensiones de adoquín sometidos al ensayo de compresión a los 28 días*

N° de Muestra	DIMENSIONES		
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)
1	20.1	9.9	6.1
2	20.0	10.1	6.1
3	20.0	9.9	6.0
4	20.1	9.9	6.1
5	20.0	10.1	6.0
6	20.1	9.9	6.0
PROMEDIO	20.1	10.0	6.1

Fuente: Elaboración Propia

De igual forma el tercer grupo que serán sometidos al ensayo de resistencia a compresión también cumple con lo requerido según la norma técnica peruana 399.611, requiere que estos varíen con  $\pm 1.6$  cm.

### **Resistencia a compresión de adoquines de concreto**

Luego de tener sus dimensiones del adoquín de concreto con agregado reciclado, se procede a realizar el ensayo de compresión. Según indica la NTP 399.611 nos indica la resistencia a la cual debe de tener el adoquín según sea su tipo de uso, en este proyecto es de uso peatonal corresponde según a la norma una resistencia de 320 kg/cm<sup>2</sup>. Ver Figura 20 y Tabla 18.



*Figure 20* Resistencia a compresión

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 *Ensayo a compresión a los 7 días*

N° de Muestra	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	224
2	221
3	227
4	223
5	221
6	224
PROMEDIO	223

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 18 mostrada es el primer grupo sometido al ensayo de resistencia a compresión a los 7 días. Estos tuvieron una resistencia promedio de 223 kg/cm<sup>2</sup>, su resistencia fue incrementando según el pasar de los días.

Se realiza el mismo ensayo de compresión a los 14 días. Ver Tabla 19.

Tabla 19 *Ensayo a compresión a los 14 días*

N° de Muestra	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	269
2	264
3	268
4	269
5	268
6	268
PROMEDIO	268

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 19 mostrada es el segundo grupo sometido al ensayo de resistencia a compresión a los 14 días. Estos tuvieron una resistencia promedio de 268 kg/cm<sup>2</sup>, su resistencia fue incrementando según el pasar de los días.

Finalmente, se realiza el mismo ensayo de compresión a los 28 días. Ver Tabla 20.

Tabla 20 *Ensayo a compresión a los 28 días*

N° de Muestra	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	298
2	295
3	299
4	298
5	294
6	298
PROMEDIO	297

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 20, fue un tercer grupo de adoquines sometidos al ensayo de resistencia a compresión a los 28 días, estos obtuvieron una resistencia promedio de 297 kg/cm<sup>2</sup>, cuyo

resultado no supera lo requerido como mínimo según la norma técnica peruana 399.611 que indica una resistencia de 320 kg/cm<sup>2</sup> para adoquines de concreto tipo I, entonces estos adoquines elaborados con el primer diseño de mezcla, no son aptos para su posterior uso.

Así mismo se realizó el ensayo de Absorción y succión a las muestras de los adoquines, teniendo como promedio los siguientes datos. Ver Tabla 21.

Tabla 21 *Ensayo de Absorción y Succión*

	Absorción %	Succión %
PROMEDIO	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se sometieron a ensayos de absorción teniendo un resultado promedio 0.08% cumpliendo lo requerido como lo indica la norma técnica peruana 399.611.

### 3.3 Ensayo de adoquines de concreto - Diseño II

Luego de someterlos a ensayo a los adoquines de concreto con agregado reciclado no llegaron a la resistencia adecuada según indica la NTP 399.611, se procedió a elaborar el segundo grupo con el nuevo diseño de mezcla, teniendo como dimensiones físicas los siguientes datos. Ver Figura 21 y Tabla 22.



Figure 21 Adoquín sometido al ensayo de resistencia a compresión

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22 Dimensiones de adoquines sometidos al ensayo de compresión a los 7 días

N° de Muestra	DIMENSIONES		
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)
1	20.1	9.9	6.1
2	20.1	10.1	6.0
3	20.0	9.9	6.1
4	20.0	9.9	6.1
5	20.1	9.9	6.0
6	20.1	9.9	6.0
PROMEDIO	20.1	9.9	6.1

Fuente: Elaboración Propia

De igual forma se procedió a tomar las dimensiones del adoquín de concreto, los cuales fueron medidos con un vernier y obtuvieron medidas que cumplen con la norma técnica peruana 399.611, que tiene como variable  $\pm 1.6$  cm.

Luego se toman las dimensiones físicas de los adoquines a los 14 días. Ver Tabla 23.

Tabla 23 Dimensiones de adoquines sometidos al ensayo de compresión a los 14 días

N° de Muestra	DIMENSIONES		
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)
1	20.1	9.9	6.0
2	20.0	10.0	6.1
3	20.1	10.1	6.1
4	20.0	9.9	6.0
5	20.1	10.0	6.0
6	20.1	9.9	6.1
PROMEDIO	20.1	9.9	6.1

Fuente: Elaboración Propia

De la misma forma se procedió a tomar las dimensiones del adoquín de concreto, este segundo grupo fueron medidos con un vernier y obtuvieron medidas que cumplen con la norma técnica peruana 399.611, que tiene como variable  $\pm 1.6$  cm.

Luego se toman las dimensiones físicas de los adoquines a los 28 días. Ver Tabla 24.

Tabla 24 *Dimensión de adoquines sometidos al ensayo de compresión a los 28 días*

N° de Muestra	DIMENSIONES		
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)
1	20.1	9.9	6.1
2	20.1	9.9	6.0
3	20.0	9.9	6.1
4	20.0	9.9	6.0
5	20.1	10.1	6.0
6	20.1	9.9	6.1
PROMEDIO	20.1	9.9	6.1

Fuente: Elaboración Propia

De la misma forma se procedió a tomar las dimensiones del adoquín de concreto, este tercer grupo fueron medidos con un vernier y obtuvieron medidas que cumplen con la norma técnica peruana 399.611, que tiene como variable  $\pm 1.6$  cm.

Luego de tener sus dimensiones del adoquín de concreto con agregado reciclado, se procede a realizar el ensayo de compresión. Ver Tabla 25.

Tabla 25 *Ensayo a compresión a los 7 días*

N° de Muestra	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	249
2	244
3	249
4	251
5	249
6	248
PROMEDIO	248

Fuente: Elaboración Propia

Luego se obtener sus dimensiones, estos adoquines fueron sometidos al ensayo de resistencia a compresión a los 7 días, teniendo como resultado promedio 248 kg/cm<sup>2</sup>.

Luego se realiza el ensayo a compresión de los adoquines a los 14 días. Ver Tabla 26.

Tabla 26 *Ensayo a compresión a los 14 días.*

N° de Muestra	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	299
2	297
3	293
4	301
5	297
6	299
PROMEDIO	298

Fuente: Elaboración Propia

Luego el segundo fue sometido al ensayo de resistencia a compresión a los 14 días, teniendo como resultado promedio 298 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente se realiza el ensayo a compresión de adoquines a los 28 días. Ver Tabla 27.

Tabla 27 *Ensayo a compresión a los 28 días.*

N° de Muestra	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )
1	332
2	332
3	331
4	332
5	323
6	330
PROMEDIO	330

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, los adoquines fueron sometidos al ensayo de resistencia a compresión teniendo como resultado promedio 330 kg/cm<sup>2</sup>, los cuales cumplen con los requerimientos mínimos de la norma técnica peruana 399.611, que requiere como mínimo una resistencia mínima de 320 kg/cm<sup>2</sup>, para adoquines de tipo I.

Finalmente se realiza el mismo ensayo de absorción y succión a las muestras indicadas, teniendo como respuesta los siguientes valores. Ver Tabla 28.



Tabla 28 *Ensayo de absorción y succión*

	Absorción %	Succión %
PROMEDIO	0.08	0.05

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, los adoquines de concreto sometido al ensayo de absorción teniendo como resultado 0.08%, estos se encuentran dentro de lo indicado en la norma técnica peruana 399.611.

Una vez realizado todos los ensayos a los adoquines, se procede a compararlos con la NTP 399.611, en este caso en el segundo diseño realizado, según la Tabla 28 los adoquines cumplen y superan la resistencia indicada en la norma técnica peruana, siendo apta para el uso peatonal, según sea su uso. A continuación, se procederá a hacer una comparación entre los dos productos realizados según su diseño de mezcla correspondiente. Ver Tabla 29 y Figura 22.

Tabla 29 *Comparación entre ambos productos de adoquines*

	1° Diseño	2° Diseño
7 Días	223 $kg/cm^2$	248 $kg/cm^2$
14 Días	268 $kg/cm^2$	298 $kg/cm^2$
28 Días	297 $kg/cm^2$	330 $kg/cm^2$

Fuente: Elaboración Propia

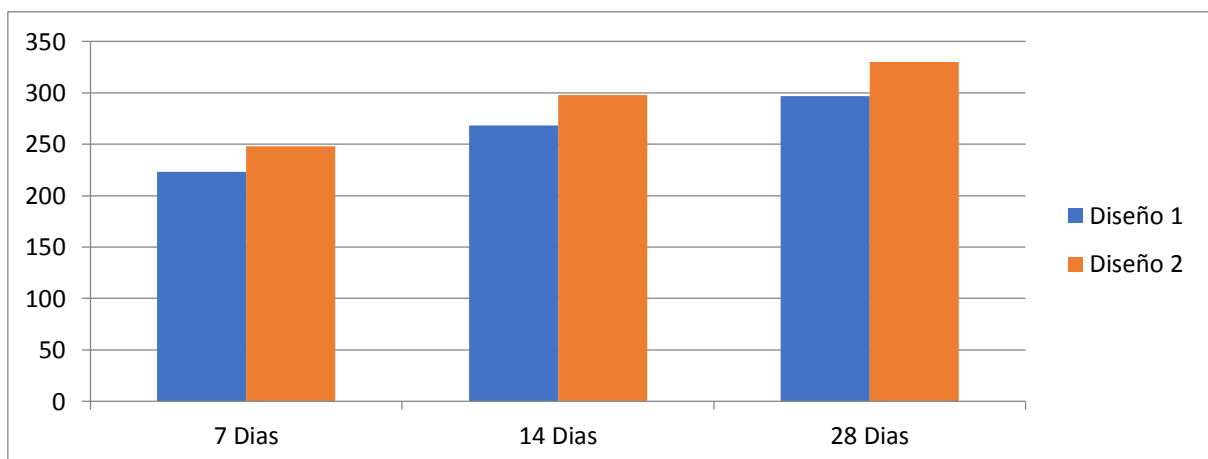


Figure 22 Comparación entre ambos adoquines

Fuente: Elaboración Propia

El ensayo de compresión a los adoquines de concreto reciclado a los 7 días, 14 días y 28 días nos muestran la resistencia que va tomando el adoquín desde el momento de su elaboración el proceso de su curado hasta el momento que tenga su mayor resistencia que se demuestra cuando es mayor a los 28 días, según indica la Tabla 30, el 2° diseño tiene una mayor resistencia desde su primera rotura que es a los 7 días hasta su última rotura que es a los 28 días, superando lo requerido por la norma técnica peruana 399.611 que requiere una resistencia de 320 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **IV. DISCUSIÓN**

- Con respecto al objetivo planteado se determinó la influencia del material de demolición en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.

En la investigación de Ramos (2018), en su investigación titulada “***Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de Lince, 2018***”, teniendo como objetivo indicar que tipo de dosificación de concreto tipo reciclado puede usarse en los pavimentos de bajo tránsito peatonal, realizó 4 muestras, con porcentajes diferentes, teniendo como resultado los siguientes datos M0 al 0% una resistencia de  $396.1 \text{ kg/cm}^2$ , M1 al 10% una resistencia de  $321 \text{ kg/cm}^2$ , M2 al 30% una resistencia de  $302.1 \text{ kg/cm}^2$  y M3 al 50% una resistencia de  $279.5 \text{ kg/cm}^2$ . No obstante en la presente investigación los adoquines elaborados tienen una resistencia a compresión promedio de  $330 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo una similitud en superar con los requerimientos de la norma técnica peruana 399.611. Así mismo estos adoquines son 100% agregado fino reciclado y agregado grueso reciclado. Con lo dicho coincide en cumplir con los requerimientos, teniendo esta resistencia óptima para su posterior uso en tránsito peatonal, pudiendo ser usado en diferentes lugares.

- Según el objetivo planteado se determinó la influencia del material de demolición en las propiedades físicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.

En la investigación de Pastor (2015), en su investigación titulado “***Diseño de Planta Productora de Adoquines a base de Cemento y Plástico Reciclado***” teniendo como objetivo, reforzar las propiedades de los mecanismos de sensibilización que se solidifican y despliegan para poder brindar un mejor fortalecimiento y por el mismo método estándar de control de calidad interno, teniendo como resultados menores a los establecidos con la norma técnica peruana 399.611, pero en sus dimensiones cumplen puesto que es un adoquín tipo convencional de medias 20 cm x 10 cm x 6 cm. Comparando con la presente investigación queda demostrado una similitud en sus medidas, estos adoquines de concreto con agregado reciclado de demolición tuvieron medidas convencionales de 20 cm x 10 cm x 6 cm, teniendo estas medidas, su colocación es gran facilidad, así mismo tienen como posibilidad cambiar de colores, con la ayuda de pigmentos en el momento de su elaboración, de esta forma ambas investigaciones cumplen con los requerimientos mínimos de la norma 399.611.

- Con respecto al objetivo planteado se determinó la dosificación adecuada para la composición de la mezcla en la elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.

En la investigación de Fernández (2019), en su investigación titulado “**Análisis de las características físico mecánicas del adoquín con polietileno tereftalato reciclado y adoquín convencional tipo I**”, tuvo como objetivo de la investigación determinar sus características físico mecánicas del adoquín tipo I con Polietileno tereftalato reciclado frente al adoquín convencional, se hicieron 3 diseños de mezcla según el ACI en relación A/C, y según su proporción al 0.25, 0.50, 0.75 de PET. La presente investigación tuvo 2 diseños de mezcla en relación A/C 0.38 y 0.42. Por lo que queda en diferencia los diseños de mezcla planteados, así mismo la diferencia se debe a que se utilizó en su totalidad ambos agregados reciclados, agregado fino reciclado y agregado grueso reciclado, y por este motivo que va variar el diseño de mezcla en relación A/C. Por lo que existen variaciones puesto que el diseño optimo es el 0.38 en relación A/C.

- Con respecto al objetivo se determinaron las propiedades físico- mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.

En la investigación de Morales (2017), en su investigación titulado “**Diseño de una mezcla con materiales reciclados para la producción de adoquines**”, cuyo objetivo fue comparar los adoquines convencionales con los de material de reciclaje que desechan en las construcciones, según su norma mexicana NMX-C-314-ONNCCE-2014, la resistencia a compresión en el tránsito peatonal va desde  $250 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $300 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo como resultado a la resistencia,  $300 \text{ kg/cm}^2$ ,  $400 \text{ kg/cm}^2$ ,  $450 \text{ kg/cm}^2$ ,  $560 \text{ kg/cm}^2$ , superior a lo indicado en norma. La presente investigación se basa en la norma técnica peruana 399.611 la cual indica que la resistencia a compresión requerida es de  $320 \text{ kg/cm}^2$ , este proyecto tuvo como resultado a la resistencia a compresión promedio de  $330 \text{ kg/cm}^2$ . Por lo que se establece una diferencia entre ambos requerimientos de resistencia a compresión de ambas normas puesto que tienen diferentes requisitos, por lo que queda demostrado que la norma técnica establece una de la resistencia a compresión más altas y exigente, antes de proceder a su uso, en este caso de tipo I, de uso peatonal.

## **V. CONCLUSIONES**

-Se determinaron que las propiedades físico- mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019, que el agregado reciclado de demolición tiene un buen comportamiento ante la resistencia requerida, teniendo como adoquín patrón lo indicado en la Norma técnica peruana 399.611, teniendo una resistencia mínima requerida para adoquines de tipo I de 320 kg/cm<sup>2</sup> que es el 100%, el adoquín elaborado tiene una resistencia de 330 kg/cm<sup>2</sup> superando en 103,13% al adoquín patrón, cumpliendo con lo requerido y su posterior uso para las vías peatonales de tipo I.

- Se determinó que las propiedades mecánicas del material de demolición del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019, luego de someterlos al ensayo de resistencia a compresión a los dos diseños de mezcla, se obtuvo que el primer diseño tuvo una resistencia a compresión promedio de 297 kg/cm<sup>2</sup>, y el segundo diseño de mezcla fue óptimo con una resistencia a compresión promedio de 330 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual cumple con lo requerido en la norma técnica peruana 399.611, que indica que la resistencia mínima debe ser 320 kg/cm<sup>2</sup>.

- Se determinó la influencia del material de demolición en las propiedades físicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019, en la investigación se demostraron las propiedades físicas del adoquín de concreto, teniendo como dimensiones 20cm de largo 10 cm de ancho y 6 cm de altura nominal, cumpliendo los requerimientos mínimos con lo indicado en la norma técnica peruana 399.611, puesto que dan un margen de  $\pm 1,6$  cm, en su peso se utilizó una balanza para obtener su peso del adoquín teniendo como resultado promedio 2.841 kg, en el ensayo de absorción el adoquín de concreto tuvo como resultado promedio 0.08%, luego de realizar los ensayos cumplen con los requerimientos mínimos de la norma técnica peruana 399.611.

- La dosificación influyó en la composición de la mezcla en la elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019, la investigación realizada demostró que el segundo diseño de mezcla, que tiene en proporción de volumen 1: 1.044 : 1:30 / 1.68 lts/bolsa, es la adecuada para que cumpla con los requerimientos mínimos establecidos por la Norma Técnica Peruana 399.611.

## **VI. RECOMENDACIONES**



- Debido a que su resistencia no es superada en gran cantidad se recomienda utilizar porcentaje de agregado de cantera para que así tenga un mejor comportamiento mecánico, para una evaluación de ensayo resistencia a compresión y pueda superar lo establecido con los requerimientos mínimos de la Norma Técnica Peruana 399.611.
- Debido a sus requerimientos de alta resistencia de adoquines de concreto de Tipo I, es recomendable usarlos para uso peatonal debido a sus requerimientos mínimos exigidos en propiedades mecánicas, de otro lado para adoquines de tipo II de uso de tránsito vehicular ligero y tipo III de tránsito vehicular pesado, es conveniente usar agregado de cantera pues tendría una mejor característica granulométrica.
- A futuro para una mejor elaboración de adoquines de concreto se sugiere moldes mejor elaborados para que tenga una mejor forma al momento de desencofrar el adoquín, pues estos necesitan una vibración mecánica para que se tenga una mejor consistencia y no existan vacíos dentro del producto.
- Así mismo para su mejor calidad sería conveniente utilizarlos con aditivos que mejores una resistencia y así sean de mejor calidad para su resistencia a compresión, ya que lo solicitado por la norma es de gran resistencia.

## **REFERENCIAS**

- BARROSO L., GENEABEL J., GOMEZ C., Carlos R. “Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales” tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Venezuela: Universidad de Oriente Núcleo Bolívar 2016 disponible en:<http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1462/1/004-Tesis-Analisis%20de%20la%20incorporacion%20de%20materiales%20reciclados.pdf>
- CABRERA, Katherine “comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2015” tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Perú: Pontificia universidad javeriana Cajamarca 2015. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10257>
- CASTAÑEDA, Katherin; VÁSQUEZ, Ever. “Aplicación de concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo”. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Señor de Sipán; 2015. eto”,
- CEMENTO PACASMAYO. (2010). Adoquines de concreto. Perú. Recuperado el 20 de septiembre del 2016, de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/prefabricados/adoquines>
- CEMENTOS PACASMAYO. (2017). Especificación Técnica Adoquín 8 - Tipo II. Lima, Perú.
- ECOLOGÍA, SERVICIOS AMBIENTALES & CONSULTORÍA. (2018). Estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios. Cajamarca, Perú. Editores Ltda.
- GUZMÁN, D. (2015). Tecnología del Concreto y del Mortero. Colombia: Bhandar
- HIDALGO Laguna, D. (2013). Obtención de Adoquines Fabricados Con Vidrio Reciclado como Agregado. (Tesis de ingeniería mecánica). Universidad Politécnica Nacional, Quito.
- HIDALGO Laguna, D. Obtención de Adoquines Fabricados Con Vidrio Reciclado como Agregado. (Tesis de Ingeniería mecánica). Quito: Universidad Politécnica Nacional, 2016.
- HOPPER, Leonard. Landscape Architectural Graphic Standards. EE.UU: Jhon Wiley and Son, 2017.  
ISBN: 9780470067970

- MANUAL para redactar citas bibliográficas según norma ISO 690 y 692-2 (*International Organization for Standardization*). [en línea]. Santiago: Bibliotecas Disponible  
en:<https://www.derechocambiosocial.com/anexos/manual%20de%20citas%20bibliograficas.pdf>
- MANUAL Referencias estilo ISO 690 y 690-2 [en línea]. Lima: Fondo editorial Universidad César Vallejo, 2017 [fecha de consulta: 15 de mayo de 2019].  
Disponible en:  
[https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual\\_ISO.pdf](https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf)
- MARTEL, G. 2008. Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones para su aprovechamiento. Tesis de Maestría de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado de Ingeniería. Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.
- MARTEL, Guerry. “Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones para su aprovechamiento”. Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería, UNAM; 2008, 191 páginas.
- MARTÍNEZ, Iris. “Reciclaje de concreto premezclado para la fabricación de agregados”. Tesis que para obtener el grado de Maestro en Construcción. Facultad de Ingeniería, UNAM; 2005, 81 paginas
- MENEZES, R. Use of kaolin processing waste for the production of ceramic brick and roof tiles [en línea]. Brasil: Edición electrónica,2007 [fecha de consulta: 2 de junio de 2019].Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-70762007000100028> ISSN 1517-7076
- MORALES, E. (2012). Planta de producción de bloques y adoquines de concreto. Octubre 20, 2015, Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=CU9CuxLcF-wy>
- MORALES, Roberto. Diseño en concreto armado. 4. ° ed. Lima: Fondo Editorial IGC, 2016
- MURDOCH Books Pty Limited. Comp Aussie Backyard and Home Improve. Australia: Murdoch Books Australia, 2007. ISBN: 9871741960327
- NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación Diseño y ejecución [en línea]. 1. ° ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 11 de abril de 2019].  
Disponible en:

<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISEÑO%20Y%20EJECUCION.pdf>

ISBN: 9789588675947

- NORMA TECNICA PERUANA 334.009. 2016. CEMENTOS. Cementos Portland requisitos.
- NORMA TECNICA PERUANA 339.088. 2016. HORMIGON (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland.
- NORMA TECNICA PERUANA 400.050. 2015. MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCION. GENERALIDADES.
- NORMA TECNICA PERUANA 399.604. 2016. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. (1a ed.). Lima, Perú.
- NORMA TECNICA PERUANA 399.611. 2017. UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. (2a ed.). Lima, Perú
- NORMA TECNICA PERUANA 400.017. 2015. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. (2a ed.). Lima, Perú.
- NORMA TECNICA PERUANA AGREGADOS. 400.014. 2001. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. (2a ed.). Lima, Perú.
- NUÑEZ, Maria. Las variables: estructura y función en las hipótesis. Revista Investigación educativa. 2017.
- PABÓN, N. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de adoquines, ubicada en el barrio Santa Lucía del Retorno, Cantón Ibarra provincia de Imbabura. Tesis de pregrado en Ingeniería Comercial. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ciencias Administrativas. Programa académico de Administración de Empresas. Quito, Ecuador.
- PEURIFOY, Robert. Construction Planning, Equipment, and Methods, Ninth Edition. EE.UU: McGraw-Hill Education, 2018. ISBN: 9781260108804
- RUMBARGER, Janet. Architectural Graphic Standards for Residential Construction: The Architect's and Builder's Guide to Design, Planning, and Construction Details. Canada, 2003. ISBN: 0471241091, 9780471241096.

- RUMBARGER, Janet. Architectural Graphic Standards for Residential Construction: The Architect's and Builder's Guide to Design, Planning, and Construction Details. Canada, 2013. ISBN: 0471241091, 9780471241096
- SABINO, Carlos. El proceso de investigación [en línea]. Bogotá: Panamericana, 1992 [fecha de consulta: 16 de mayo de 2019].  
Disponible en: [http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso\\_investigacion.pdf](http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf)
- SCHMIDT, Philip. The Complete Guide to Patios: Plan, Build and Maintain. EE.UU: Creative Publishing international, 2007. ISBN: 9781589233058.
- Sharma, S. and Gupta, H. (2015), Indian “Development of paver block by using foundry sand based geopolymer concrete”.
- SIKA. (2019). Curado de Concreto. Informaciones Técnicas.
- SUKESH, C. Partial Replacement of Sand with Quarry Dust in Concrete [en línea]. Sri Lanka: Edición electrónica, 2013 [fecha de consulta: 25 de mayo de 2019].  
Disponible  
en:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.687.3446&rep=rep1&type=pdf> ISSN: 2278-3075
- VASQUEZ, R. Cemento y sus aplicaciones. Artículo [en línea]. [fecha de consulta 2 de junio 2019]Disponible en:
- VEIGA, R. Using fine recycled concrete aggregate for mortar production [en línea]. Brasil: Edición electrónica, 2014 [fecha de consulta: 20 de mayo de 2019].  
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392013005000164>  
[www.dino.com.pe/download/?file=100611\\_Cemento\\_y\\_sus\\_aplicaciones.pdf](http://www.dino.com.pe/download/?file=100611_Cemento_y_sus_aplicaciones.pdf)

## **ANEXOS**

Tabla 30 Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿De qué manera será el comportamiento de los adoquines de concreto elaborados con material reciclado de demolición respecto a sus propiedades físico mecánicas para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?	Determinar las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material reciclado de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.	La aplicación de material reciclado de demolición mejora las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal en Villa El Salvador 2019.	<u>Variable Dependiente</u>	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	<b>Tipo de investigación:</b> Tipo aplicada  <b>Diseño de investigación:</b> El presente proyecto de investigación es de diseño experimental debido a que cuenta con variables independientes, las cuales serán manipuladas por el investigador para obtener cambios en la variable dependiente.  <b>Enfoque de la investigación:</b> Cuantitativo
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> ¿Cuál es la influencia del material reciclado de demolición en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Estimar la influencia del material reciclado de demolición en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b> Estimar la influencia del material reciclado de demolición en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.	Comportamiento del adoquín de concreto	Propiedades Físicas	Peso  Absorción	<b>Muestra:</b> Las muestras responden a 46 adoquines, 36 a compresión y 10 a la absorción  <b>Técnica:</b> La técnica a emplear será la observación, para poder tomar los datos necesarios en las distintas fases de los ensayos.  <b>Instrumento de recolección de datos:</b> Se utilizará una ficha de recolección de datos.
¿De qué manera influye el material reciclado de demolición en las propiedades físicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?	Determinar la influencia del material de demolición en las propiedades físicas del adoquín de concreto para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.	El material reciclado de demolición influye en las propiedades físicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.	<u>Variable Independiente</u>	Propiedades de Arena Reciclada	Peso Unitario Cont. Humedad Granulometría	
¿De qué manera influye la dosificación en la relación agua/cemento que permita mejorar las características de las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019?	Determinar la dosificación adecuada en relación A/C para la elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal Villa El Salvador 2019	La dosificación adecuada agua-cemento será 0.38 que nos permita mejorar las propiedades físico - mecánicas del adoquín de concreto para el tránsito peatonal Villa El Salvador 2019.	Material reciclado de demolición	Propiedades de Piedra Reciclada	Peso Unitario Cont. Humedad Granulometría  Diseño 1: A/C 0.42  Diseño 2: A/C 0.38	

Fuente: Elaboración Propia



Anexo 2 Ficha de Recolección de datos

Anexo N° 2 Fichas de Recolección de Datos

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS, Registro de validez del instrumento de investigación juicio de expertos**

Responsable: Eduardo Velásquez Sinchi

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "MATRIZ DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN" con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación, este se evaluara según su diseño de mezcla indicado en la matriz, para su posterior evaluación.

Máquina para ensayo a compresión axial. La fórmula que permite hallar la resistencia es:

$$C = P_{max}/A$$

M1 =

M2 =

M3 =

Tipo de mezcla	% de agregado fino reciclado	% de agregado grueso reciclado	Cantidad de Cemento Kg/m <sup>3</sup>	7 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	14 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio
M1									
M2									
M3									

  
**CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

  
**SANTOS RICARDO PICHÓN PICHÓN**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 11110

  
**Margarita Balsa Olazcoaga**  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP 10100

### Anexo 3 Ficha de Recolección de datos

#### Anexo N° 3 Fichas de Recolección de Datos

#### INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS, Registro de validez del instrumento de investigación juicio de expertos

Responsable: Eduardo Velásquez Sinchi

Instrucción: Luego de analizar y evaluar el instrumento de investigación "MATRIZ DE ABSORCION AL ADOQUIN" con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación, este se evaluara según su diseño de mezcla indicado en la matriz, para su posterior evaluación.

M1 =

M2 =

M3 =

Tipo de mezcla	% de agregado fino reciclado	% de agregado grueso reciclado	Cantidad de Cemento Kg/m <sup>3</sup>	28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	promedio
M1					
M2					
M3					

  
CARLOS DANILLO AGUAYO ROSARIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

  
SANTOS RICARDO PADILLA PICHÓN  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51633

  
Margarita Biza Olazcoaga  
INGENIERA CIVIL  
CIP 80500

## Anexo 4 Ficha de Recolección de datos

### Anexo N° 4 Fichas de Recolección de Datos

#### INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS, Registro de validez del instrumento de investigación juicio de expertos

Responsable: Eduardo Velásquez Sinchi

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "MATRIZ DE DISEÑO DE MEZCLA" con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación, este se evaluara según su diseño de mezcla indicado en la matriz, para su posterior evaluación.

1º	2º	3º

Propiedades físicas de los agregados/ proporción

	ITEM	AGREGADO FINO RECIKLADO	AGREGADO GRUESO RECIKLADO
	AGREGADOS	P.e.	
P.U.S.			
P.U.C.			
C.Humed.(%)			
TNM			
MF			
COMBINACION D1 (%)			
COMBINACION D2 (%)			
COMBINACION D3 (%)			
COMBINACION D4 (%)			

OTROS	SLUMP	
	A/C	AGUA

Cemento	Tipo
	P.E.

AIRE	% Aire atrp.	
------	--------------	--

  
**CARLOS EMILIO SANCHEZ ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

  
**SANTOS RICARDO FIDELIA PACHE**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 11622

  
**Margarita Inca Uancha**  
 INGENIERA CIVIL  
 CP 10700

DISEÑO Nº1	MATERIAL	PESO SECO	P. e.	Vol. Abs.	D.U. S.	D. O.	D.U. D.	Mez (kg)	P/bol Cem.	P. Vol	Bol. Cem.
	CEMENTO										Nº=
	AGUA										
	AGRE. FINO.										
	RECICL.										
	AGRE. GRUE. RECICL.										
	AIRE										Slump:
	P.U.C.S										

DISEÑO Nº2	MATERIAL	PESO SECO	P. e.	Vol. Abs.	D.U. S.	D. O.	D.U. D.	Mez (kg)	P/bol Cem.	P. Vol	Bol. Cem.
	CEMENTO										Nº=
	AGUA										
	AGRE. FINO.										
	RECICL.										
	AGRE. GRUE. RECICL.										
	AIRE										Slump:
	P.U.C.S										

Observaciones y comentarios

1.-

2.-

3.-

  
**CARLOS DANILLO SOTILLO ROSARIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Dep. del Colegio de Ingenieros N° 00107

  
**SANTOS RICARDO PÓLLA PACHECO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 51430

  
**Margarita Beza Olazcoaga**  
 INGENIERA CIVIL  
 CP. 07500

## Anexo 5 Ficha de Recolección de datos

### Anexo N° 5 Fichas de Recolección de Datos

#### INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS, Registro de validez del instrumento de investigación juicio de expertos

Responsable: Eduardo Velásquez Sinchi

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "MATRIZ DE GRANULOMETRIA DEL AGREGADO" con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicito que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

#### Granulometria del Agregado

- Agregado Grueso Reciclado

Tamiz	Peso Ret. (gr)	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
N° 4				
Fondo				
Total		M.F.		

  
SANTOS RICARDO PADILLA ROJAS  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51638

  
Margarita Boza Olancha  
INGENIERA CIVIL  
CIP 40800

  
CARLOS DANILLO MITEY ROSARIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50107

- Agregado Fino Reciclado

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

  
 SANTOS RICARDO PACILLA PACHECO  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 51430

  
 Margarita Rivas Caceres  
 INGENIERA CIVIL  
 CP 50000

  
 CARLOS DARIÓ ROSALES ROSARIO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

Anexo 6 Ficha de Recolección de datos

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS, Registro de validez del instrumento de investigación juicio de expertos**

Responsable: Eduardo Velásquez Sinchi

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "PESO UNITARIO" con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicitó que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación, este se evaluara según su diseño de mezcla indicado en la matriz, para su posterior evaluación.

Procedimiento	Muestras			Promedio
	1	2	3	
Peso muestra suelta + vasija				
Peso de la vasija (kg)				
Volumen de la vasija (m3)				
Peso aparente suelto (kg/m3)				

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil  
Universidad Nacional Federico Villareal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

  
**CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

  
**SANTOS RICARDO FACULA PÓCHER**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 11110

  
**Marganta Blanca Olasechca**  
INGENIERA CIVIL  
CIP 10990

Anexo 7 Ficha de Recolección de datos

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS, Registro de validez del instrumento de investigación juicio de expertos**

Responsable: Eduardo Velásquez Sinchi

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación "CONTENIDO DE HUMEDAD" con la matriz de consistencia de la presente investigación, le solicitó que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación, este se evaluara según su diseño de mezcla indicado en la matriz, para su posterior evaluación.

Procedimiento	Muestra
1. Peso tara (gr)	
2. Peso tara + suelo húmedo (gr)	
3. Peso tara + suelo seco (gr)	
4. Peso agua (gr) (2)-(3)	
5. Peso suelo seco (gr) (3)-(1)	
6. Contenido de humedad (%) (4)/(5)x100	

Ubicación y cronograma

Laboratorio: Facultad de Ingeniería Civil  
Universidad Nacional Federico Villarreal

Fecha de inicio:

Fecha de término:

Experto 1:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

Experto 2:

Apellidos y nombre:

\_\_\_\_\_

Registro CIP N°: \_\_\_\_\_

Firma:

  
CARLOS DANILLO MINAYA ROSARIO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 50187

  
SANTOS RICARDO PACILLA POMER  
INGENIERO CIVIL  
CIP 14130

  
Margarita Ríos Olazcoaga  
INGENIERA CIVIL  
CIP 18930



## Anexo 8 Propiedades de Agregado Fino Reciclado



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME N° : 001 - EXP. 026 - LEM 2019  
SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIAL DE  
DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL SALVADOR 2019  
MATERIAL : AGREGADO RECICLADO (PASANTE TAMIZ N° 4)  
FECHA : 03/08/2019

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2.232	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2.429	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2.779	gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	8.82	%

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
P. Manuosa Orosio  
TECNICO  
BOLLO, CONCRESO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### PESOS UNITARIOS

NTP 400,017

**INFORME N°** : 005 - EXP. 026 - LEM 2019  
**SOLICITANTE** : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
**PROYECTO** : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIAL DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL SALVADOR 2019  
**MATERIAL** : AGREGADO RECICLADO (PASANTE TAMIZ N° 4)  
**FECHA** : 07/08/2019

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	6.469	6.492	6.4735
Peso de molde (kg)	2.832	2.832	2.832
Peso de muestra (kg)	3.637	3.66	3.6415
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.0028306	0.0028306	0.0028306
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1285	1293	1286
Contenido de humedad	0.068226894	0.068226894	0.068226894
<b>Peso unitario prom. (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1206</b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7.347	7.351	7.339
Peso de molde	2.832	2.832	2.832
Peso de muestra	4.515	4.5185	4.5065
Volumen de molde	0.0028306	0.0028306	0.0028306
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1595	1596	1592
Contenido de humedad	0.068226894	0.068226894	0.068226894
<b>Peso unitario prom. (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1493</b>		

  
 Fredy Aguirre Villanueva Osorio  
 TECNICO  
 SERVICIO CONCRETO Y ASFALTO

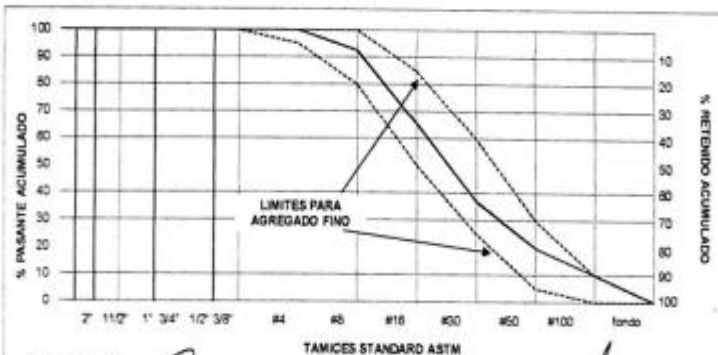
  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 0000000000



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C 136 - NTP 400.012					
INFORME N°	: 006 - EXP. 026 - LEM 2019				
SOLICITANTE	: EDUARDO DAVID VELASQUEZ SENCHI				
PROYECTO	: ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIAL DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL SALVADOR 2019				
MATERIAL	: AGREGADO RECICLADO (PASANTE TAMIZ N° 4)				
FECHA	: 07/08/2019				
GRANULOMETRÍA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS
MALLA	PESO RETENIDO (gramos)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA
3"	-				2.75
2 1/2"	-				TAMAÑO MÁXIMO
2"	-				(A) peso de tara (gr) :
1 1/2"	-				(B) peso de muestra original húmeda (gr) :
1"	-				(C) peso de muestra seca (gr) :
3/4"	-				% HUMEDAD
1/2"	-				[B-C] * 100 / [C-A]
3/8"	-				(D) peso de tara (gr) :
# 4	0.2	0.0	0.0	100.0	(E) peso de muestra seca (gr) :
# 8	37.2	7.4	7.4	92.6	(F) peso de muestra después de lavado seco (gr) :
# 16	137.4	27.3	34.7	65.3	% PASANTE DE M # 200
# 30	143.1	28.4	63.1	36.9	[E-F] * 100 / [E-D]
# 50	85.9	17.0	80.1	19.9	OBSERVACIONES
# 100	49.6	9.8	89.9	10.1	
FONDO	50.8	10.1	100.0	0.0	
TOTAL	504.2	100.0	MODULO FINEZA	2.75	

GRAFICO



*[Signature]*  
Eduardo David Velasquez SENCHI  
TECNICO  
MATERIA CONCRETO Y ASFALTO

*[Signature]*  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefonica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

## Anexo 9 Propiedades de Agregado Grueso Reciclado



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME N° : 002 - EXP. 026 - LEM 2019  
SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIAL DE  
DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL SALVADOR 2019  
MATERIAL : AGREGADO RECICLADO (RETENIDO TAMIZ N° 4)  
FECHA : 03/08/2019

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2.300	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2.454	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2.718	gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	6.68	%

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 127.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
Alfredo V. Huanca Osorio  
TECNICO  
SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

## PESOS UNITARIOS

INFORME N° : 003 - EXP. 028 - LEM 2019  
SOLICITANTE : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIAL DE  
DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL SALVADOR  
2019  
MATERIAL : AGREGADO RECICLADO (RETENIDO TAMIZ N° 4)  
FECHA : 05/08/2019


### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	6.210	6.235	6.300
Peso de molde (kg)	2.832	2.832	2.832
Peso de muestra (kg)	3.378	3.403	3.468
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.0028306	0.0028306	0.0028306
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1193	1202	1225
Contenido de humedad	0.046754	0.046754	0.046754
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1153</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6.568	6.630	6.645
Peso de molde	2.832	2.832	2.832
Peso de muestra	3.736	3.798	3.813
Volumen de molde	0.0028306	0.0028306	0.0028306
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1320	1342	1347
Contenido de humedad	0.046754	0.046754	0.046754
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1277</b>		

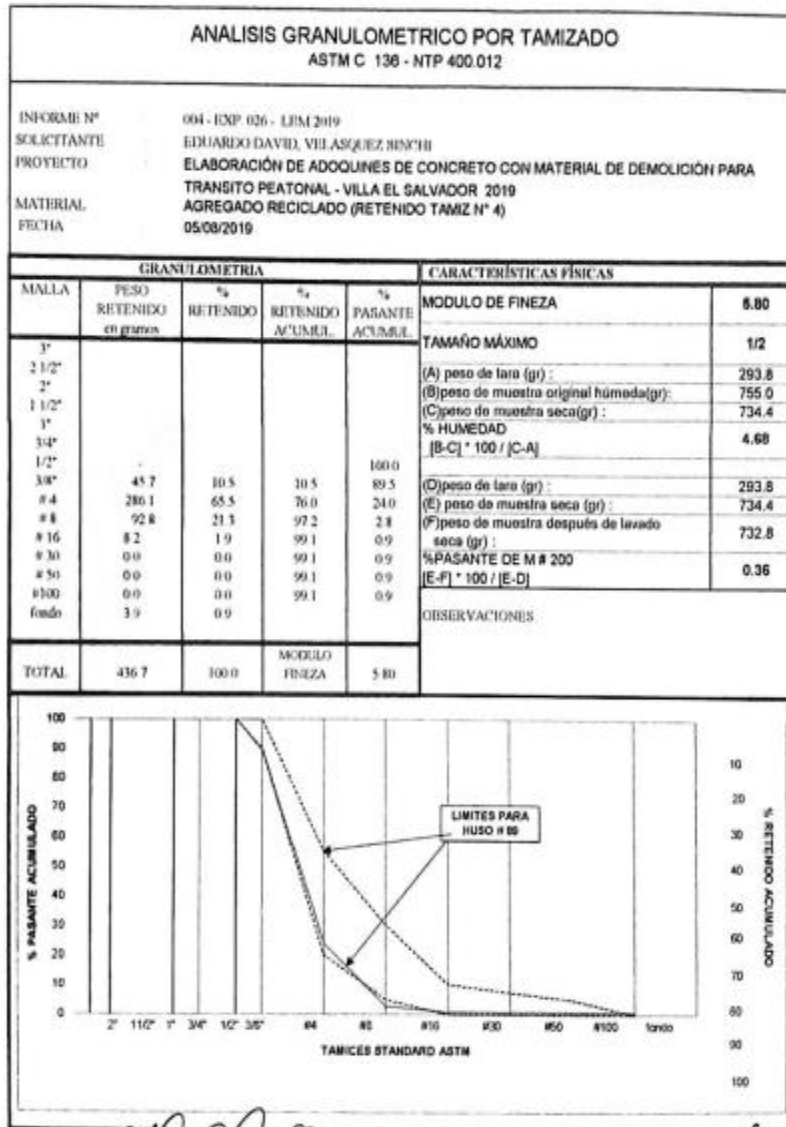
  
Frida Agustina Villanueva Osorio  
TECNICO  
SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"  
**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**



*Fredy Apolito V. Manzano Osorio*  
**Fredy Apolito V. Manzano Osorio**  
TECNICO  
CENSA, CONCRETO Y ASFALTO

*[Signature]*  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
CENSA/UNFV

# Anexo 10 Diseño de Mezcla



## DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 007 - EXP. 026 - LEM 2019  
SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON  
MATERIAL DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO  
PEATONAL - VILLA EL SALVADOR 2019  
FECHA : 16-08-2019

### ESPECIFICACIONES:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 320 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

### MATERIALES

#### A.-Cemento :

- Tipo I
- Peso específico ..... 3.12

#### B.-Agua :

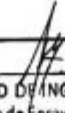
- Potable, de la zona.

#### C.-Agregado fino :

- Peso específico de masa 2.232 gr / cm<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto 1206 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 149 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 6.82 %
- Absorción 8.82 %
- Módulo de fineza 2.75
- Malla 200 4.46 %

D.-Agregado grueso  
  
Freddy Espinoza Villarreal  
TECNICO

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3 / 8"

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR



CONTINUA //...

-peso unitario suelto	1153 kg/m <sup>3</sup>
-peso unitario compactado	1277 kg/m <sup>3</sup>
-peso específico de masa	2.30 gr/cm <sup>3</sup>
-absorción	6.68 %
- Módulo de fineza	5.80
-contenido de humedad	4.68 %
-Malla 200	0.36 %

#### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 2 3/4".

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 2 3/4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es de 263 lt/m<sup>3</sup>.

#### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.42

#### FACTOR CEMENTO

F.C. :  $263 / 0.42 = 626.2 \text{ kg/m}^3 = 14.7 \text{ bolsas / m}^3$

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m<sup>3</sup>:

cemento .....	626.2 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	263 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	610 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	696 kg/m <sup>3</sup>

#### PROPORCION EN PESO

$\frac{626.2}{626.2} : \frac{610}{626.2} : \frac{696}{626.2}$

1 : 0.95 : 1.09 : / 17.9 lts / bolsa

#### PROPORCION EN VOLUMEN :

1.18 : 1.41 / 17.9 lts / bolsa

CONCRETO Y ASFALTO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR





**DISEÑO DE MEZCLA**

INFORME N° : 008 - EXP. 026 - LEM 2019  
 SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON  
 MATERIAL DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO  
 PEATONAL - VILLA EL SALVADOR 2019  
 FECHA : 26-08-2019

ESPECIFICACIONES:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 320 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento :

- Tipo 1
- Peso específico ..... 3.12

B.-Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado fino :

- Peso específico de masa 2.232 gr / cm<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto 1206 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 149 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 6.82 %
- Absorción 8.82 %
- Módulo de fineza 2.75
- Malla 200 4.46 %

  
 Director del Laboratorio de Ensayos de Materiales  
**TECNICO**  
**DE PIEDRA, CONCRETO Y ASFALTO**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/8"

  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
**COORDINADORA**



CONTINUA //...

-peso unitario suelto	1153 kg/m <sup>3</sup>
-peso unitario compactado	1277 kg/m <sup>3</sup>
-peso específico de masa	2.30 gr/cm <sup>3</sup>
-absorción	6.68 %
- Módulo de fineza	5.80
-contenido de humedad	4.68 %
-Malla 200	0.36 %

#### SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia seca, a la que corresponde un asentamiento de 2 1/2".

#### VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 2 1/2", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es de 263 lt/m<sup>3</sup>.

#### RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.39

#### FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 263 / 0.39 = 674.4 \text{ kg/m}^3 = 15.9 \text{ bolsas / m}^3$$

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m<sup>3</sup>:

cemento .....	674.4 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	263 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	577 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	686 kg/m <sup>3</sup>


#### PROPORCION EN PESO

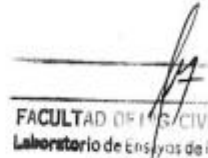
$$\frac{674.4}{674.4} : \frac{577}{674.4} : \frac{686}{674.4}$$

$$1 : 0.84 : 1.00 : / 16.8 \text{ lts / bolsa}$$

#### PROPORCION EN VOLUMEN :

$$1 : 1.04 : 1.30 / 16.8 \text{ lts / bolsa}$$

  
COORDINADOR

  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

## Anexo 11 Ensayos a Resistencia a Compresión



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Facultad de Ingeniería Civil



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**INFORME N°** : 009 - EXP. 026 - LEM 2019  
**SOLICITA** : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
**PROYECTO** : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIA DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL SALVADOR 2019  
**FECHA** : 19/08/2019

**TABLA N° 1 - CARACTERISTICAS FISICAS**

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	ABSORCION (%)	SUCCION (%)
DISEÑO 1	0.08	0.05

**TABLA N° 2 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS**

ESPECIMEN N°	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura	
1	20.1	9.9	6.1	198.9
2	19.9	10.1	6.0	200.9
3	20.0	9.9	6.1	198.0
4	20.1	9.9	6.1	198.9
5	19.9	10.1	6.0	200.9
6	20.1	9.9	6.1	198.9
<b>PROMEDIO</b>	20.0	10.0	6.1	199.4

**TABLA N° 3 - COMPRESION DE UNIDADES**

ESPECIMEN N°	Carga max. (Kg)	f' b NETA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	44507	224
2	44450	221
3	44890	227
4	44350	223
5	44480	221
6	44650	224
<b>PROMEDIO</b>		223

Donde:

fb : Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area neta, en Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días.

**OBSERVACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño NTP 331.018.

  
 Director  
**TECNICO**  
**AREA CONCRETO Y ASFALTO**

  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
**COORDINADOR**

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

INFORME N° : 010 - EXP. 026 - LEM 2019  
 SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIA  
 DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL  
 SALVADOR 2019  
 FECHA : 26/08/2019

TABLA N° 1 - CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	ABSORCION (%)	SUCCION (%)
DISEÑO 1	0.08	0.05

TABLA N° 2 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

ESPECIMEN N°	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura	
1	20.1	9.9	6.1	198.9
2	20.0	10.1	6.1	202.0
3	20.1	9.9	6.0	198.9
4	20.0	9.9	6.1	198.0
5	19.9	10.0	5.9	199.0
6	20.1	9.9	6.1	198.9
PROMEDIO	20.0	9.9	6.0	199.2

TABLA N° 3 - COMPRESION DE UNIDADES

ESPECIMEN N°	Carga max. (Kg)	f' b NETA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	53408	269
2	53350	264
3	53380	268
4	53300	269
5	53401	268
6	53400	268
PROMEDIO		268

Donde:

fb : Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area neta, en Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días.

OBSERVACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño NTP 331.018.

  
 Juan Carlos Cordero  
 TECNICO  
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

INFORME N° : 011 - EXP. 026 - LEM 2019  
 SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIA  
 DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL  
 SALVADOR 2019  
 FECHA : 09/09/2019

TABLA N° 1 - CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	ABSORCION (%)	SUCCION (%)
DISEÑO 1	0.08	0.05

TABLA N° 2 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

ESPECIMEN N°	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura	
1	20.1	9.9	6.1	198.9
2	20.0	10.1	6.1	202.0
3	20.0	9.9	6.0	198.0
4	20.1	9.9	6.1	198.9
5	20.0	10.1	6.0	202.0
6	20.1	9.9	6.0	198.9
PROMEDIO	20.1	10.0	6.1	199.8

TABLA N° 3 - COMPRESION DE UNIDADES

ESPECIMEN N°	Carga max. (Kg)	f' b NETA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	59343	298
2	59500	295
3	59150	299
4	59350	298
5	59480	294
6	59300	298
PROMEDIO		297

Donde:

fb : Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area neta,  
en Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

OBSERVACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño NTP 331.018.

  
 J. Velasquez Sinchi  
 TECNICO  
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

INFORME N° : 012 - EXP. 026 - LEM 2019  
 SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIA  
 DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL  
 SALVADOR 2019  
 FECHA : 16/09/2019

TABLA N° 1 - CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	ABSORCION (%)	SUCCION (%)
DISEÑO 2	0.08	0.05

TABLA N° 2 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

ESPECIMEN N°	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura	
1	20.1	9.9	6.1	198.9
2	20.1	10.1	6.0	203.0
3	20.0	9.9	6.1	198.0
4	20.0	9.9	6.1	198.0
5	20.1	9.9	6.0	198.9
6	20.1	9.9	6.0	198.9
PROMEDIO	20.1	9.9	6.1	199.2

TABLA N° 3 - COMPRESION DE UNIDADES

ESPECIMEN N°	Carga max. (Kg)	f'b NETA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	49550	249
2	49450	244
3	49390	249
4	49600	251
5	49555	249
6	49380	248
PROMEDIO		248

Donde:

fb : Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area neta,  
en Kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días.

OBSERVACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño NTP 331.018.

  
 TECNICO  
 BARRA, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

INFORME N° : 013 - EXP. 026 - LEM 2019  
 SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIA  
 DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL  
 SALVADOR 2019  
 FECHA : 23/09/2019

TABLA N° 1 - CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	ABSORCION (%)	SUCCION (%)
DISEÑO 2	0.08	0.05

TABLA N° 2 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

ESPECIMEN N°	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura	
1	20.1	9.9	6.0	198.9
2	20.0	10.0	6.1	200.0
3	20.1	10.1	6.1	203.0
4	20.0	9.9	6.0	198.0
5	20.1	10.0	6.0	201.0
6	20.1	9.9	6.1	198.9
PROMEDIO	20.1	9.9	6.1	199.9

TABLA N° 3 - COMPRESION DE UNIDADES

ESPECIMEN N°	Carga max. (Kg)	f' b NETA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	59460	299
2	59365	297
3	59500	293
4	59660	301
5	59600	297
6	59480	299
PROMEDIO		298

Donde:

fb : Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area neta, en Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días.

OBSERVACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño NTP 331.018.

  
 TECNICO  
 SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE INGS. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

INFORME N° : 014 - EXP. 026 - LEM 2019  
 SOLICITA : EDUARDO DAVID, VELASQUEZ SINCHI  
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO CON MATERIA  
 DE DEMOLICIÓN PARA TRANSITO PEATONAL - VILLA EL  
 SALVADOR 2019  
 FECHA : 05/10/2019

TABLA N° 1 - CARACTERISTICAS FISICAS

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	ABSORCION (%)	SUCCION (%)
DISEÑO 2	0.08	0.05

TABLA N° 2 - CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

ESPECIMEN N°	DIMENSIONES (cm)			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura	
1	20.1	9.9	6.1	198.9
2	20.1	9.9	6.0	198.9
3	20.0	9.9	6.1	198.0
4	20.0	9.9	6.0	198.0
5	20.1	10.1	6.0	203.0
6	20.1	9.9	6.1	198.9
PROMEDIO	20.1	9.9	6.1	199.2

TABLA N° 3 - COMPRESION DE UNIDADES

ESPECIMEN N°	Carga max. (Kg)	f' b NETA (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	66067	332
2	65950	332
3	65550	331
4	65750	332
5	65489	323
6	65620	330
PROMEDIO		330

Donde:

fb : Resistencia a la compresion de la unidad, referida al area neta,  
en Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

OBSERVACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño NTP 331.018.

  
 Aguirre Villanueva Osorio  
 TECNICO  
 BUELO, CONCRETO Y ASFALTO

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR



Anexo 12 Norma Técnica Peruana 399.611

<b>NORMA TÉCNICA PERUANA</b>	<b>NTP 399.611 2017</b>
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú

**UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto  
para pavimentos. Requisitos**

MASONRY UNITS. Solid concrete interlocking paving units. Requirements

**2017-12-27**  
**3ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03 Precio basado en 11 páginas  
I.C.S.: 93.080.20 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE  
Descriptores: Unidad, albañilería, adoquín, concreto, pavimento, requisito

© INACAL 2017

## ÍNDICE

		página
	ÍNDICE	ii
	PRÓLOGO	iii
1	Objeto y campo de aplicación	1
2	Referencias normativas	1
3	Términos y definiciones	3
4	Clasificación	4
5	Materiales	5
6	Requisitos	6
7	Muestreo y métodos de ensayo	8
8	Inspección visual	9
9	Conformidad	9
	ANEXO A	10
	BIBLIOGRAFÍA	11

## PRÓLOGO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 El Instituto Nacional de Calidad - INACAL, a través de la Dirección de Normalización es la autoridad competente que aprueba las Normas Técnicas Peruanas a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), en representación del país.

A.2 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Unidades de albañilería, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante el mes de setiembre de 2017, utilizando como antecedentes a los documentos que se mencionan en la Bibliografía.

A.3 El Comité Técnico de Normalización de Unidades de albañilería presentó a la Dirección de Normalización -DN-, con fecha 2017-10-06, el PNTP 399.611:2017, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de discusión pública el 2017-10-28. No habiéndose recibido observaciones, fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 399.611:2017 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos**, 3ª Edición, el 03 de enero de 2018.

A.4 Esta tercera edición de la NTP 399.611 reemplaza a la NTP 399.611:2010 (revisada el 2015) UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos, a cual ha sido revisada técnicamente. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:2016 y GP 002:2016.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Universidad Nacional de Ingeniería
Presidente	Isabel Moroni
Secretario	Ana Torre

---

<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
ASOCEM	Juan Avalo
Colegio de Ingenieros del Perú	Ana Biondi
Pontificia Universidad Católica del Perú Facultad de Ciencias e Ingeniería	Juan Ginocchio
SENCICO	Vanna Guffanti
UNICON	Miguel Atauje
Universidad Ricardo Palma Facultad de Ingeniería	Enriqueta Pereyra

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

## UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos

### 1 Objeto y campo de aplicación

1.1 El presente Proyecto de Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los adoquines de concreto fabricados para la construcción de pavimentos.

1.2 Los valores establecidos en unidades del Sistema Internacional – SI serán considerados como estándar. Los valores mostrados entre paréntesis son únicamente para información.

1.3 Este Proyecto de Norma Técnica Peruana se aplica a la fabricación de los adoquines de concreto destinados para su uso en pavimentos peatonales, vehiculares y de patios industriales o de contenedores.

### 2 Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1	NTP 334.009:2016	CEMENTOS. Requisitos	Cemento	Pórtland.
-------	------------------	-------------------------	---------	-----------

2.1.2	NTP 334.082:2016	CEMENTOS. Cementos Pórtland. Requisitos de desempeño
2.1.3	NTP 334.088:2015	CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto. Especificaciones
2.1.4	NTP 334.089:2010 (revisada el 2015)	CEMENTOS. Aditivos incorporadores de aire en pastas, morteros y hormigón (concreto). Especificaciones
2.1.5	NTP 334.090:2016	CEMENTOS. Cementos Pórtland adicionados. Requisitos
2.1.6	NTP 339.088:2014	CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos
2.1.7	NTP 339.231:2010 (revisada el 2015)	HORMIGÓN (CONCRETO). Pigmentos para colorear concreto integralmente. Especificaciones
2.1.8	NTP 399.604:2002 (revisada el 2015)	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto
2.1.9	NTP 399.624:2006 (revisada el 2015)	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión de adoquines de concreto utilizando la máquina de desgaste
2.1.10	NTP 399.625:2006 (revisada el 2015)	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para determinar la resistencia a la abrasión de adoquines de concreto mediante chorro de arena

2.1.11 NTP 400.037:2014 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados de concreto

## 2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1 ASTM C 944M (2005)e1 Método de ensayo estándar para la resistencia a la abrasión de superficies de concreto o mortero mediante el método de corte giratorio

## 3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

### 3.1

#### **acabados arquitectónicos**

superficies modificadas por medios mecánicos tales como martilleo, pulido, lavado, u otros métodos

PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

### 3.2

#### **adoquín de concreto**

pieza de concreto simple, de forma nominal, prefabricada, que cumple con la presente NTP.

### 3.3

#### **dimensiones de fabricación**

son aquellas dimensiones adoptadas por el fabricante

### 3.4

#### **dimensiones efectivas**

son aquellas que se obtienen por medición directa efectuada sobre el adoquín

### 3.5

#### **dimensiones nominales**

son las dimensiones establecidas en esta NTP para designar el tamaño del adoquín, las cuales incluyen los espaciadores laterales si los hubiera

### 3.6

#### **resistencia a la compresión**

es la relación entre la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección

### 3.7

#### **resistencia a la compresión nominal**

es aquel valor de referencia establecido en esta NTP como resistencia a la compresión y utilizado en la designación del adoquín

## 4

### **Clasificación**

Los adoquines de concreto elaborados de acuerdo con esta NTP deberán estar conforme a los tres tipos, tal como sigue:

#### 4.1

**Tipo I:** Adoquines para pavimentos de uso peatonal.



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

NOTA 1: Para el caso de pavimentos de tránsito vehicular el comprador determinará el tipo de adoquín a utilizar según las especificaciones de la obra o el diseño del proyectista. Véase Anexo A.

## 5 Materiales

Los materiales utilizados en la fabricación de los adoquines deberán cumplir con las siguientes normas técnicas:

- 5.1 Cementos: NTP 334.009, NTP 334.082 y NTP 334.090 .
- 5.2 Agua de mezcla: NTP 339.088 .
- 5.3 Agregados: NTP 400.037
- 5.4 Aditivos químicos: Cuando se requiera utilizar aditivos éstos deberán cumplir con las siguientes normas técnicas:
- 5.4.1 Aditivos incorporadores de aire: NTP 334.089 .
- 5.4.2 Aditivos reductores de agua, retardadores y acelerantes: NTP 334.088
- 5.4.3 Pigmentos para concreto de color: NTP 339.231 Especificaciones normalizadas para pigmentos en masa de concreto coloreado.

**5.5 Otros constituyentes:** Para los materiales que no estén comprendidos en las Normas técnicas, debe establecerse previamente que son adecuados y no perjudiciales para su utilización en concreto mediante ensayos o por la experiencia de campo.

**6 Requisitos**

**6.1 Requisitos físicos**

**TABLA 1 - 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)

\*Véase Norma TH010 del Reglamento Nacional de Edificaciones

NOTA 2. Los valores establecidos en la Tabla serán considerados como estándar, los valores mostrados entre paréntesis son únicamente para información.

NOTA 3. Cuando se requieran características particulares tales como clasificación del peso, mayor resistencia a la compresión, texturas superficiales, acabado, color, condiciones especiales de exposición (p.e. sulfatos) u otras características especiales, tales propiedades deben ser especificadas por el comprador.

**TABLA 2 - Tolerancia dimensional**

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

\*Se aplica a todos los tipos

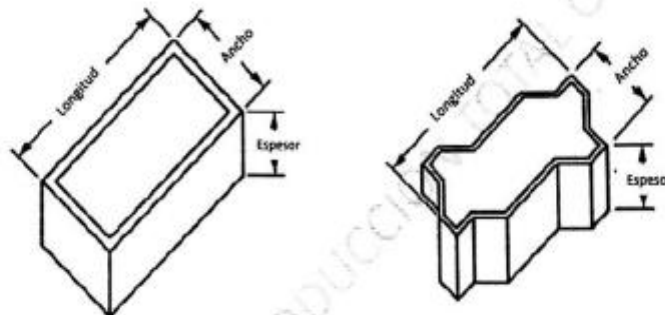


Figura 1. Longitud, ancho y espesor de las unidades de concreto para pavimentos

NOTA 4: Las unidades deben cumplir con las tolerancias dimensionales previas a la aplicación de los acabados arquitectónicos.

6.2 Los adoquines deberán cumplir con los requisitos de máxima absorción indicados en la Tabla 3.

**TABLA 3 - Absorción**

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

7.3 Los adoquines Tipo III, para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores, deberán cumplir además de los requisitos indicados en el apartado 7.1, el requisito de resistencia a la abrasión:

6.3.1 **Resistencia a la abrasión:** De conformidad con la NTP 399.625 , los especímenes deben tener una pérdida de volumen no mayor de  $15 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$  . La pérdida del espesor promedio no debe exceder los 3 mm . La norma NTP 399.625 se considera como norma de referencia y deberá ser utilizada en los casos de dirimencia.

Las normas sobre métodos de ensayo NTP 399.624 y la ASTM C 944 podrán ser empleadas cuando estén indicadas en las especificaciones de la obra o si existe un acuerdo previo entre el comprador y el vendedor.

6.4 Los adoquines que estarán expuestos a períodos de congelación y deshielo, deberán cumplir además de los requisitos indicados en el apartado 6.1, el requisito de resistencia al congelamiento y deshielo (6.4.1).

6.4.1 **Resistencia al congelamiento y deshielo:** De ser necesario, se comprobará mediante el comportamiento en el campo o en un ensayo de laboratorio de congelamiento y deshielo, que los adoquines tengan adecuada resistencia al congelamiento y deshielo. Si se utiliza un ensayo de laboratorio, los especímenes no deben romperse ni tener pérdidas en masa seca mayores al  $500 \text{ g/m}^2$  de alguna unidad individual cuando está sometida a 50 ciclos de congelamiento y deshielo. Este método de ensayo debe ser realizado antes de los 12 meses de la fecha de despacho del lote.

## 7 Muestreo y métodos de ensayo

7.1 El comprador o representante autorizado debe estar de acuerdo con las instalaciones para inspeccionar y muestrear los adoquines de concreto en el lugar de fabricación; de los lotes listos para el despacho.

7.2 Las unidades se muestrean y ensayan en conformidad con la NTP 399.604, con excepción de los ensayos de resistencia a la abrasión, en el apartado 6.3.1 y resistencia al congelamiento y deshielo, en el apartado 6.4.1.

7.3 El ensayo de compresión deberá ser realizado sobre todo adoquín, aplicando la carga perpendicular a la sección de mayor superficie. Si la máquina de ensayo no tiene la capacidad de carga suficiente para romper la unidad completa, la unidad se debe cortar por la mitad a lo largo del eje más corto y se ensayará una mitad. En las unidades con resaltes, los extremos deben cortarse con una cortadora apropiada y la pieza remanente de mayor dimensión es la que debe ser ensayada. Este espécimen debe ser simétrico alrededor de los dos ejes.

## 8 Inspección visual

Todas las unidades deben estar en buenas condiciones y libres de defectos que interfieran con su adecuada colocación o que perjudiquen la resistencia o el desempeño del pavimento. Las grietas menores inherentes a los métodos usuales de fabricación o astillamientos menores, resultantes de los métodos habituales de manipulación en el despacho, no deben ser causa de rechazo.

## 9 Conformidad

Si la muestra ensayada de un envío falla conforme a los requisitos especificados, se debe permitir que el fabricante separe las unidades de la muestra, y una nueva muestra debe ser seleccionada por el comprador del lote retenido según la NTP 399.604 y ensayada a costa del fabricante. Si la segunda muestra cumple con los requisitos especificados en esta NTP, entonces la porción remanente del envío representado por dicha muestra cumple también con las especificaciones. Si la segunda muestra falla conforme a los requisitos especificados, el lote completo no debe ser aceptado.

ANEXO A  
(INFORMATIVO)

TIPOS DE TRÁNSITO

**A.1 Tránsito Vehicular ligero:** Es aquel que tiene un número de vehículos acumulados equivalentes a ejes sencillos de 8,2 toneladas, en la vida útil de diseño, menor de  $5 \times 10^5$ .

**A.2 Tránsito Vehicular medio:** Es aquel que tiene un número de vehículos acumulados equivalente a ejes sencillos de 8,2 toneladas, en la vida útil de diseño, entre  $5 \times 10^5$  y  $5 \times 10^6$ .

**A.3 Tránsito Vehicular pesado:** Es aquel que tiene un número de vehículos acumulados equivalente a ejes sencillos de 8,2 toneladas, en la vida útil de diseño, mayor de  $5 \times 10^6$ .

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASTM C936:2016, Standard specification for solid concrete interlocking paving units
- [2] NTP 399.611:2015, Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos

PROHIBIDA SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL