



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

"Estudio de las propiedades físico-mecánicas en adoquines de concreto para tránsito peatonal incorporando viruta metálica y caucho reciclado, Andahuaylas 2021"

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Rea Ruiz, Rene Antonio (ORCID: [0000-0003-4205-0519](https://orcid.org/0000-0003-4205-0519))

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martinez, Carlos Alberto ([ORCID: 0000-0002-4926-8556](https://orcid.org/0000-0002-4926-8556))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Estructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mis padres: quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme moral y psicológicamente.

también dedico a mis hijos quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

## **Agradecimiento**

A Dios por que ha estado en cada momento a mi familia, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo un apoyo incondicional en todo momento.

A mis maestros quienes siempre nos brindaba sus conocimientos y experiencias.

# Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	2
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Diseño y Tipo de Investigación .....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimiento .....	17
3.6. Método de Análisis de datos .....	19
3.7. Aspectos éticos .....	19
IV. RESULTADOS .....	20
4.1. Materiales y estudio de los agregados .....	20
4.2. Resultado de los ensayos de las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, del objetivo específico 2. ....	28
4.3. Estudio de las propiedades físicas de los adoquines de concreto, según el objetivo específico 1. ....	37
V. DISCUSIÓN .....	45
VI. CONCLUSIONES .....	47
VII. RECOMENDACIONES .....	48
REFERENCIAS .....	49
ANEXOS .....	50

## Índice de Tablas

Tabla1: Tolerancia dimensional.....	9
Tabla2: absorción.....	9
Tabla3: Requisitos físicos mecánicos Espesor Nominal y Resistencia a la comprensión.....	10
Tabla4: Tamices normalizados.....	12
Tabla5: Tamices normalizados, porcentaje que pasa por los tamices .....	12
Tabla6: Ensayo de laboratorio para determinar las propiedades físicas de los adoquines de concreto .....	17
Tabla7: Ensayo de comprensión en adoquines de concreto.....	17
Tabla10: Ensayo de comprensión en muestra patrón (0%) .....	29
Tabla11: Ensayo de comprensión en muestra patrón 7 días .....	29
Tabla12: Ensayo de comprensión en muestra patrón 28 días .....	30
Tabla13: Ensayo de comprensión en muestra patrón más Caucho (3%) 7 días...30	
Tabla14: Ensayo de comprensión en muestra patrón más Caucho (3%) 28 días.31	
Tabla15: Ensayo de comprensión en muestra patrón más Caucho (5%) 7 días...31	
Tabla16: Ensayo de comprensión en muestra patrón más Caucho (5%) 28 días.32	
Tabla17: Ensayo de comprensión en muestra patrón más Caucho (7%) 7 días...32	
Tabla18: Ensayo de comprensión en muestra patrón más Caucho (7%) 28 días.33	
Tabla19: Ensayo de comprensión en muestra patrón más viruta metálica (3%) 7 días .....	33
Tabla20: Ensayo de comprensión en muestra patrón más viruta metálica (3%) 28 días .....	34
Tabla21: Ensayo de comprensión en muestra patrón más viruta metálica (5%) 7 días.....	35

## Índice de Figuras

Figura1: Estructura de un pavimento adoquinado Inter trabado.....	7
Figura2: Longitud, ancho y espesor de los adoquines para pavimentos.....	9
Figura3: Caucho reciclado .....	10
Figura4: Viruta reciclada .....	11
Figura5: Especificaciones técnicas del cemento Andino Tipo V.....	24
Figura6: Vista del caucho reciclado.....	25
Figura7: análisis granulométrico del caucho reciclado .....	25
Figura8: Vista de la viruta metálica reciclada .....	26
Figura9: análisis granulométrico del acero reciclado.....	26
Figura10: Proceso de la granulometría de la viruta metálica reciclada.....	26

## Resumen

El problema general es conocer cómo influye la incorporación de caucho y viruta metálica reciclada en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , para su utilización en pavimentos de tránsito peatonal, en la ciudad de Andahuaylas 2021, para ello se establece como objetivo general, la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto con la incorporación de caucho y viruta metálica recicladas, en un porcentaje del 3%, 5% y 7%. en función al peso del cemento.

Del primer objetivo específico se tiene, del ensayo de absorción los adoquines deberían tener valores menores al 6%, en ese sentido de manera general el adoquín del diseño patrón, los adoquines con caucho al 3% y 5%, y los adoquines con 5% y 7% con incorporación de viruta metálica cumplen con la normativa.

Del segundo objetivo específico, respecto a las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, ensayo de compresión, con la incorporación del 3% de caucho reciclado a los 28 días se pierde una resistencia del 10%, con la incorporación del 5% se pierde una resistencia del 25.5% y con 7% se pierde una resistencia de 40.9%.

Palabras clave: Estudios de las propiedades, dosificación, variación dimensional

## **Abstract**

The general problem is to know how the incorporation of rubber and recycled metal shavings influences the physical and mechanical properties of concrete pavers of  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , for use in pavements for pedestrian traffic, in the city of Andahuaylas. 2021, for this purpose, the determination of the physical and mechanical properties of concrete pavers with the incorporation of recycled rubber and metal shavings was established as a general objective, in a percentage of 3%, 5% and 7% based on the weight of the cement.

From the first specific objective we have, from the absorption test, the pavers should have values less than 6%, in this sense, in general, the paver of the standard design and the pavers with rubber at 3% and 5%, and the pavers with 5% and 7% with metal shavings incorporation comply with the regulations.

Of the second specific objective, regarding the mechanical properties of concrete pavers, compression test, with the incorporation of 3% recycled rubber at 28 days a resistance of 10% is lost, with the incorporation of 5% a resistance of 10% is lost. resistance of 25.5% and with 7% a resistance of 40.9%.

**Keywords:** Studies of the properties, dosage, dimensional variation

# I. INTRODUCCIÓN

El empleo del adoquín en la elaboración del pavimento es hoy en día el recurso más viable para la ejecución de una vía, pues aparte de ser económicamente accesible, tiene considerables beneficios, por ejemplo, al ser un pavimento compactado entre sí, permite que al cualquier incidente o falla de dicha vía, se pueda remplazar el sector dañado oportunamente, para posteriormente solucionarlo, colocando bloques de adoquín de concreto nuevos. (sangría al mismo nivel del siguiente párrafo)

La problemática a tratar es la siguiente; **problema general:** ¿ Como influye en la incorporación del caucho reciclado y viruta metálica reciclado en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , para su utilización en pavimentos de tránsito peatonal en la ciudad de Andahuaylas 2021?, de la misma forma los **problemas específicos:** ¿ Como influye la incorporación del caucho y la viruta recicladas en las propiedades físicas de los adoquines de concreto, para su utilización en pavimentos de tránsito peatonal en la ciudad de Andahuaylas?, ¿ Como influye la incorporación del caucho y viruta metálica recicladas en las propiedades mecánicas, para su utilización en pavimentos peatonal en la ciudad de Andahuaylas?. En ese sentido se justifica el proyecto para su desarrollo la **justificación teórica** para el presente trabajo de investigación para el cumplimiento de la utilización de los adoquines de concreto de fabricación artesanal para su uso en la pavimentación de tránsito ligero, para una resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

La **justificación técnica** se basa en la metodología para determinar las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto de acuerdo con la NTP 339.611 y el RNE E-010 de pavimentos urbanos, para el cumplimiento de los requisitos de su uso en la construcción de pavimentos. Por otro lado, técnicamente se hace viable el proyecto debido a usará material reciclado como el caucho y la viruta metálica reciclada, contribuyendo a minimizar la contaminación del medio ambiente con el uso de este material, teniendo la dosificación adecuada de los adoquines de concreto se podrá capacitar a personal técnico o no técnico en la

elaboración y el proceso constructivo de los pavimentos de concreto de tipo adoquinado.

La **justificación económica**, la utilización de la viruta metálica y el caucho reciclado en los adoquines de concreto a parte de minimizar la contaminación ambiental también tiene beneficios económicos por que puede reducir los costos del adoquín convencional y sobre todo cuando se logre la industrialización.

**Justificación social**, en el desarrollo del proyecto de investigación, si se cumple con las hipótesis se podrá obtener adoquines de concreto con un menor costo, teniendo en cuenta que luego de las pruebas de laboratorio se verifique que se han obtenido la resistencia a la compresión mayor a lo especificado.

Como **objetivos específicos**: primero: Determinar las propiedades físicas de los adoquines de concreto; Variación dimensional, alabeo, absorción y densidad. Teniendo como segundo objetivo específico:

**Hipótesis general** del proyecto son los siguientes; Los adoquines de concreto de tránsito peatonal, elaboradas con la incorporación de 3%, 5% y 7% de caucho reciclado y viruta metálica recicladas influirán en las propiedades físicas-mecánicas de los adoquines de concreto, Andahuaylas 2021, la primera hipótesis específica es; La incorporación de caucho y viruta metálica recicladas en los adoquines de concreto influirán en las propiedades físicas de los adoquines de concreto elaboradas en la ciudad de Andahuaylas. El segundo objetivo específico es; La incorporación de caucho reciclado y viruta metálica recicladas en los adoquines de concreto influirán en las propiedades de resistencia de los adoquines de concreto elaboradas en la ciudad de Andahuaylas.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se muestra los antecedentes nacionales e internacionales.

**Antecedentes Nacionales** (Chávarri & Falen, 2020), propone un concreto eco-sostenible con la adición de caucho reciclado para uso en pavimentos para la ciudad de Lima, tiene como **objetivo** analizar el comportamiento de concreto con

residuos de caucho por el desecho de llantas. La **metodología** fue elaborar once muestras de concreto utilizando caucho reciclado de 20 y 25 mm, reemplazando el agregado fino hasta en un 50%. Se **concluyó** que, las muestras que presentan inclusiones de caucho resisten a la compresión hasta reemplazos del 20%. Asimismo, el módulo de rotura mínimo de 36 kg/cm<sup>2</sup> se mantiene hasta con reemplazos de 40% del agregado fino. La mezcla optima permitió la reducción en el costo de fabricación por metro cúbico de 2.9% y una reducción de la huella de carbono de 0,4%.

(Canales, 2021), El caucho reciclado en adoquines de concreto, tiene como **objetivo** determinar las propiedades mecánicas de adoquines con adición de caucho reciclado para pavimentos semirrígidos de nivel II de tránsito vehicular ligero. La **metodología** fue la producción de adoquines de concreto con porcentajes de 10%, 15% y 20% de caucho reciclado a los adoquines de concreto ensayándolos a los 3 días, 7 días, 14 días y 28 días, para analizar el incremento de contenido de caucho reciclado afecta la resistencia a la compresión simple los adoquines. Se realizó la comparación con la Resistencia del concreto patrón por lo cual existe una disminución gradual de la Resistencia a la compresión a mayor porcentaje de caucho reciclado. Se **concluyó** que la adición de caucho a mayor porcentaje, se demuestra una caída en la Resistencia a la compresión del concreto, por lo cual, no cumplen con los resultados del adoquín de concreto patrón.

(León, 2020). Realizó la investigación para mejorar la Resistencia a la compresión del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  *adicionando vidrio molido con viruta*

7, 14, 21 y 28 días de curado con la finalidad de determinar el porcentaje óptimo de adición de Virutas de Acero y el Costo de Producción. Por lo cual se **concluyó** con los resultados obtenidos de la Resistencia a la Compresión, Tracción y Flexión de las distintas Mezclas (Muestra Patrón, 8%, 10%, 12% de Virutas), se el concreto patrón tiene una resistencia a la compresión de 314.48 kg/cm<sup>2</sup>, en Tracción de 21.62 kg/cm<sup>2</sup> y en Flexión de 46.19 kg/cm<sup>2</sup>, la Mezcla que presenta mayor Resistencia es la de adición de un 10% de Virutas, alcanzando a los 28 días una Resistencia a la compresión de 384.84 kg/cm<sup>2</sup>, en Tracción de 31 kg/cm<sup>2</sup> y en Flexión de 56.29 kg/cm<sup>2</sup>

(Dávila & Franco, 2020), Presentó la investigación titulada *Análisis Comparativo de la resistencia a la Compresión, Flexión y Trabajabilidad, del Concreto Tradicional Versus un Concreto Tradicional Versus un Concreto Utilizando Escoria de Acero Como Agregado Fino*, planteaba como **objetivo** determinar la influencia que genera la adición de escoria como agregado en la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad del concreto. La **metodología** consistió emplear la escoria de acero en 10%, 15% y 20% como agregado fino y ensayar las mezclas de concreto a edades de 7, 14 y 28 días. Por lo cual se **concluyó**, mediante las pruebas de rotura, desgaste y elasticidad proporcionaron el diseño óptimo a usar es empleando el 10% para el uso de escoria de acero reciclada en los tres objetivos preestablecidos. La resistencia a flexión del concreto patrón, a los 28 días, obtenida fue de 4021 kPa; mientras que para concretos adicionados de 10%, 15% y 20% de escoria de acero, se obtuvo 4119 kPa, 3432 kPa y 3236 kPa, respectivamente.

### **Antecedentes Internacionales**

(Plazas & Gamba, 2015). Presentó la influencia de la adición de caucho reciclado en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, tiene como objetivo analizar la resistencia de adoquines sustituir parcialmente el agregado fino en volumen por granos de caucho reciclado en la elaboración de adoquines de concreto. La **metodología** fue elaborar cuatro tipos de mezclas, la primera como mezcla de referencia sin adición de granos de caucho reciclado, la segunda sustituyendo el 5% del agregado fino por la misma cantidad en volumen de granos de caucho, la tercera y cuarta de la misma forma, pero sustituyendo el 10% y 15% respectivamente. Luego, se evaluaron la absorción de agua y densidad, Resistencia a la abrasión y Resistencia a la flexo-tracción a los 28 días. Se **concluyó** que, debido al bajo porcentaje de adherencia entre los granos de caucho reciclado y la pasta de concreto, la Resistencia al flexo tracción disminuye. Para el concreto patrón se obtuvo la resistencia de 5.98 MPa, mientras que para los concretos con adición de 5%, 10% y 15% se obtuvieron 5.47 MPa, 5.36 MPa y 4.92 MPa, respectivamente.

(Plazas, 2015). Presentó la influencia en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto con la adición residuos de caucho recalculado, tiene como **objetivo** desarrollar un adoquín que cumpla las características físicas y mecánicas de los adoquines, mediante una mezcla de concreto hidráulico que contenga caucho triturado reemplazando porción del agregado fino. La **metodología** fue la producción de cuatro tipos de mezclas, la primera la mezcla patrón sin adición de GCR, la segunda sustituyendo el 5% del agregado fino por la misma cantidad en volumen de GCR, la tercera y cuarta sustituyendo el 10% y 15% de agregado fino respectivamente. En consecuencia, se evaluó las propiedades absorción y densidad de agua, resistencia a la abrasión, resistencia a flexo-tracción para lo cual se ensayaron a los 28 días. Se **concluyó** que la adición de GCR a la mezcla de concreto, las cuales a los porcentajes de 5% y 10% cumplieron con las resistencias solicitadas en la NTC 2017, la densidad disminuyó por la sustitución de GCR, mientras que la absorción de agua y la resistencia a la abrasión se parecen a los resultados de los adoquines de la mezcla de referencia.

(Condori, 2018). Presentó la tesis titulada *Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas*, Tiene como **objetivo** analizar la resistencia de adoquines bicapa de concreto con adición de cenizas volantes como aditivo y viruta de acero como refuerzo, sometidos a ensayos de flexo-tracción para medir el módulo de rotura, obteniendo valores mayores a los adoquines monocapa gris. La **metodología** fue la producción de tres cilindros de concreto para cada dosificación de ceniza volante, las cuales varían entre el 0%, 3%, 5%, 7% y 10% del peso del cemento la cual se ensayó a compresión en 45 días, luego se elaboró tres vigas de concreto para cada dosificación de viruta de acero comprendidos entre el 0%, 7%, 10%, 12% y 15% del peso del agregado fino, para flexo-traccionarlo a 28 días. En consecuencia, con los datos obtenidos se hizo la comparación entre ceniza y virutas de hierro como refuerzo en las capas de adoquines. Se **concluyó** que la nueva mezcla para uso en pavimentos de mediano a alto tránsito se diseñó para un concreto patrón que se estima entre un f'c (280 kg/cm<sup>2</sup> - 360 kg/cm<sup>2</sup>), el concreto patrón alcanzó una resistencia a la compresión de 315 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Con respecto al concreto patrón de adicionaron al 3% y 5% de viruta de acero de ½" y 1", respectivamente, se marcó una influencia significativa a los ensayos de propiedades mecánicas del concreto, siendo el diseño

más efectivo el de agregado de viruta de ½" al 3 siendo el resultado de compresión de 327 kg/cm<sup>2</sup> y 319 kg/cm<sup>2</sup>, mejora la resistencia a compresión.

Shirley Isgrendy Valbuena Guevara (Colombia 2021). En su estudio denominado "Diseño y prototipaje de adoquín de bajo tráfico vehicular tipo gramadoquín usando plástico de alta densidad reciclado tipo HDPE". Indica que la **metodología** utilizada fue investigativa – experimental, tiene como **objetivo general**, comparar la resistencia de un adoquín Gramadoquín elaborado con materiales plásticos HDPE con uno de concreto, realizando un análisis de impacto ambiental y costos, a fin de obtener un diseño de un adoquín, validado en laboratorio como nuevo producto en la construcción de vías a partir del reciclaje de un residuo altamente contaminante para nuestro planeta. **Objetivos específicos**; Diseñar adoquines de tipo Gramadoquín a partir del reciclaje y manufacturación los desechos plásticos HDPE recolectados del municipio de Girardot, a partir de procedimientos conocidos de trituración y remoldé. Medir la Resistencia, peso, absorción de los adoquines gramoquin y determinar su efectividad según los parámetros establecidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC 2017, 2004). Realizar el análisis comparativo del impacto ambiental de los materiales utilizados en el proceso de fabricación del adoquín Gramadoquín y los adoquines de concreto existentes del mercado. Comparar los dos prototipos de manera económica, ambiental y estructural determinando las ventajas y desventajas de cada adoquín Gramadoquín.

Para el diseño de mezcla de este prototipo se tomó como referencia la dosificación de concreto 3500 PSI (250 kg/cm<sup>2</sup>), 1 cemento, 2 arena y 3 grava. En el diseño se reemplazó la grava por el plástico HDPE triturado. En los ensayos se evidenciaron una disminución de pesos en las muestras y baja absorción. **Resultados**, de los ensayos de compresión se puede apreciar que se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 333.4 kg/cm<sup>2</sup>, de compresión en la Tabla N°4: **Conclusiones**, de los resultados que determina que el adoquín HDPE con concreto es el más óptimo para competir con los del mercado existente ya que cumple su resistencia y el valor económico de producción está por debajo de los del comercio.

Tabla N°4: Resultados de ensayo de compresión en adoquines de concreto

PROTOTIPO HDPE	Resultado MPa
1	30.9
2	32.9
-	---
<b>PROMEDIO MPa</b>	<b>33.37</b>

Fuente: Shirley Isgrendy Valbuena Guevara (Colombia 2021).

## CONCEPTOS TEÓRICOS

El R.N.E. Norma CE.010 y la N.T.P.339.611 elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Adoquines de concreto, son considerados como Bloques Inter trabados (Adoquines) para uso en pavimentos urbanos, que se clasifican en tres tipos, siendo el tema del estudio los adoquines de concreto de tránsito ligero. Son adoquines de concreto simple, de forma nominal establecidas por la norma técnica, prefabricada, que cumple con los requisitos de la N.T.P. para uso en la construcción de pavimentos, ver en la figura N°1.



Figura N°1: Estructura de un pavimento adoquinado Inter trabado

## TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

Resistencia a la compresión; Relación entre la carga de rotura a compresión y su sección transversal. Resistencia a la compresión nominal; valor de referencia

establecido en esta N.T.P., resistencia a la compresión y utilizado en la designación del adoquín

#### CLASIFICACIÓN:

Los adoquines de concreto elaborados de acuerdo con esta N.T.P. deberán corresponder a una calificación de tres tipos, de la siguiente manera:

Tipo I: Adoquines para pavimentos de uso peatonal

Tipo II: Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero

Tipo III: Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores

#### MATERIALES:

Los materiales que se utilizarán en la elaboración de adoquines deberán cumplir con las siguientes Normas Técnicas:

El cemento para utilizar según las normas: NTP 334.009, NTP 334.082 y NTP 334.090, el agua debe ser potable o debe cumplir con la N.T.P. 339.088, los agregados deben de cumplir con los requisitos de calidad con la N.T.P. 400.037

Otros: Para materiales que no están dentro de la normatividad el laboratorio, como el caso del estudio incorporando caucho y viruta metálica recicladas.

#### PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS ADOQUINES

El R.N.E. Norma CE.010 y la N.T.P.339.611, Se consideran como Bloques Intertrabados (Adoquines), se clasifican en tres tipos, siendo el tema del estudio los adoquines de concreto de tránsito peatonal.

A continuación, se muestra las propiedades físicas que deben de cumplir los adoquines de concreto como de; Variación o tolerancia dimensional y porcentaje de absorción. En el Tabla N°1 se indica la tolerancia dimensional de los adoquines de concreto referido a las dimensiones del fabricante.

CUADRO N°1: TOLERANCIA DIMENSIONAL		
TOLERANCIA DIMENSIONAL, MÁXIMA en (mm)		
LONGITUD	ANCHO	ESPESOR
± 1.6	± 1.6	± 3.2

FUENTE: N.T.P. 399.611

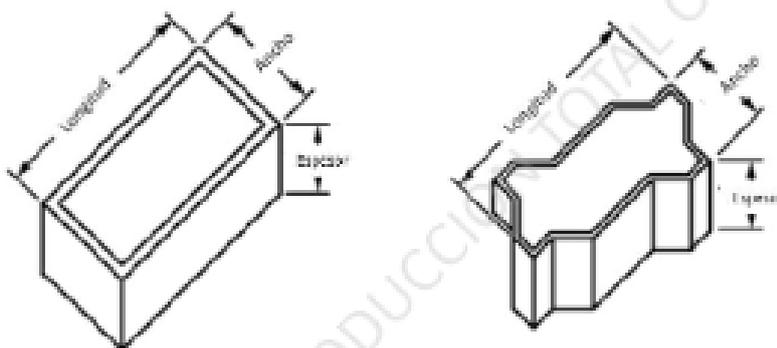


Figura N°2: Longitud, ancho y espesor de los adoquines para pavimentos.

En el Tabla N°2, se indica la tolerancia referida al porcentaje de absorción de los adoquines en función a la clasificación correspondiente.

CUADRO N°2: ABSORCIÓN		
TIPO DE ADOQUIN	ABSORCIÓN MÁXIMA EN (%)	
	PROMEDIO (3 unidades)	UNIDAD INDIVIDUAL
I y II	6.0	7.5
III	5.0	7.0

FUENTE: N.T.P. 399.611

En el Tabla N°3, se indican las propiedades mecánicas que deben de cumplir los adoquines de concreto en función a la clasificación correspondiente.

CUADRO N°3: REQUISITOS FÍSICOS MECÁNICOS ESPESOR NOMINAL Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
TIPO	ESPESOR NOMINAL (mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÍNIMO en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		PROMEDIO (3 unidades)	UNIDAD INDIVIDUAL
I (PEATONAL)	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
I (LIGERO)	60	41 (320)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (VEHICULAR PESADO, PATIOS INDUSTRIALES O CONTENEDORES)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

FUENTE: N.T.P. 399.611

MATERIALES COMPONENTES DEL ADOQUÍN DE CONCRETO RECICLADO:

VARIABLE INDEPENDIENTE: Caucho reciclado.

Para el estudio se obtuvieron de manera granular, cómo se aprecia en la figura N°3. En el estudio se utilizó en la incorporación de los adoquines de concreto en un porcentaje del 3%, 5% y 7% del peso del cemento.



Figura N°3: Caucho reciclado.

VARIABLE INDEPENDIENTE: Viruta metálica.

Viruta metálica obtenida de los residuos de la acería de la ciudad de Andahuaylas. El promedio de la longitud de la virutaboscila entre 0.5 cm a 1.5 cm de longitud, como se aprecia en la figura N°4. En el estudio se utilizó en la incorporación de los adoquines de concreto en un porcentaje del 3%, 5% y 7% del peso del cemento.



Figura N°4: Viruta reciclada.

AGREGADOS: Se realiza los agregados para los adoquines de concreto; Pesos específicos, contenido de humedad, absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, análisis granulométrico, de cumplir con la N.T.P. 400.037 de requisitos, ver Tabla N°4. La arena será gruesa y la piedra chancada será confitillo.

Tabla N°4: Tamices normalizados.

CUADRO N°2: REQUERIMIENTO DE GRANULOMETRIA PARA EL AGREGADO FINO	
TAMIZ (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
9,5 mm ( 3/8 pulg)	100
4,75 mm ( N° 4)	95 a 100
2,36 mm ( N° 8)	80 a 100
1,18 mm ( N° 16)	50 a 85
600 um ( N° 30)	25 a 60
300 um ( N° 50)	5 a 30
150 um ( N° 100)	0 a 10

Fuente: Norma Técnica, N.T.P. 400.037.

Tabla N°5: Tamices normalizados

CUADRO N° 1 : REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO, N.T.P. 400.037													
ASTM	TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS											
		100 mm. 4"	90 mm. 3 1/2"	75 mm. 3"	63 mm. 2 1/2"	50 mm. 2"	37.5 mm. 1 1/2"	25 mm. 1"	19 mm. 3/4"	12.5 mm. 1/2"	9.5 mm. 3/8"	4.75 mm. N° 4	2.36 mm. N° 8
1	90 mm. a 37.5 mm. ( 3 1/2" a 1 1/2" )	100	90 a 100	-----	25 a 60	-----	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----
2	63 mm. a 37.5 mm. ( 2 1/2" a 1 1/2" )	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----
3	50 mm. a 25 mm. ( 2" a 1" )	-----	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----
357	50 mm. a 4.75 mm. ( 2" a N° 4 )	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	-----	0 a 5	-----
4	37.5 mm. a 19 mm. ( 1 1/2" a 3/4" )	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----
467	37.5 mm. a 4.75 mm. ( 1 1/2" a N° 4 )	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	0 a 5	-----
5	25 mm. a 12.5 mm. ( 1" a 1/2" )	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-----	-----
56	25 mm. a 9.5 mm. ( 1" a 3/8" )	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-----
57	25 mm. a 4.75 mm. ( 1" a N° 4" )	-----	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	25 a 80	-----	0 a 10	0 a 5
6	19 mm. a 9.5 mm. ( 3/4" a 3/8" )	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-----
67	19 mm. a 4.75 mm. ( 3/4" a N° 4 )	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	-----	20 a 55	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica, N.T.P. 400.037.

### III. METODOLOGÍA

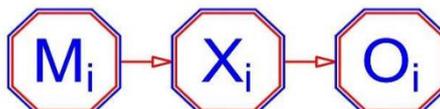
#### 3.1. Diseño y Tipo de Investigación

##### No Experimental

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) la investigación no experimental es la que se da sin las variables lo que significa que no se lleva a la variación intencional de la variable independiente solo se observa fenómenos tal y cual como se dan en un contexto básico para luego analizarlos mediante la observación.

Dónde:

M<sub>i</sub>: Caucho y Viruta metálica reciclada.



X<sub>i</sub>: Propiedades físicas y mecánicas.

O<sub>i</sub>: Resultados propiedades físicas y mecánicas.

#### 3.2. Variables y operacionalización

En este proyecto de investigación se consideró como variable independiente al caucho y viruta metálica reciclados y como variables dependientes a las propiedades físicas del adoquín de concreto con la adición de caucho y viruta metálica reciclados y las propiedades mecánicas del concreto con la adición del caucho y viruta reciclados, como se puede apreciar en el Tabla de operacionalización de variables. (Ver Anexo N° 1)

##### Variable independiente

##### Definición conceptual

El caucho reciclado puede ser utilizado como componente de pavimentos y concretos para la construcción de vías y edificaciones. Emplear residuos de caucho en este tipo de aplicaciones representa, además de las importantes ventajas ambientales y económicas expuestas previamente, mejoras técnicas en este tipo de productos, tales como el incremento de la resistencia al impacto y la resistencia a la fatiga, acarreando sin embargo algunas pérdidas en propiedades como el módulo elástico y la resistencia a la compresión.

### **Definición operacional**

Determinar las propiedades físicas del caucho y viruta metálica reciclados; Análisis granulométrico, dosificación a utilizar, para el uso en adoquines de concreto.

### **Dimensiones**

Dosificación del caucho reciclado (0%, 3%, 5%, 7%), Análisis granulométrico y caracterización.

Dosificación de la viruta metálica (0%, 3%, 5%, 7%), Análisis granulométrico y caracterización.

### **Indicadores**

Proporcionamiento en porcentaje del peso del cemento, Tamaño de las partículas del caucho y viruta metálica reciclados.

### **Escala de medición**

Nominal

### **Variable dependiente**

### **Definición conceptual**

(R.N.E. Norma CE.010 y N.T.P.339.611). Según la normatividad elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Adoquines de concreto, se clasifican en tres tipos, siendo el tema del estudio los adoquines de concreto de tránsito peatonal.

Adoquines de concreto simple, son prefabricados, que cumple con los requisitos de la normatividad.

### **Definición operacional**

Determinar las físicas-mecánicas del adoquín de concreto, mediante ensayos de laboratorio, que permitirá verificar el cumplimiento de la especificación técnica y el RNE CE.010.

### **Dimensiones de propiedades físicas de los adoquines de concreto:**

Propiedades físicas de los adoquines de concreto con incorporación de caucho y viruta metálica (0%, 3%, 5% y 7%)

#### **Dimensiones**

Variación dimensional, alabeo, absorción y densidad.

#### **Indicadores**

Variación dimensional en (cm), alabeo en (mm), porcentaje (%) y densidad en ( $\text{kg/m}^3$ ).

#### **Escala de medición**

Nominal

### **Dimensiones de las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto:**

Propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, ensayo de compresión con adición caucho y viruta metálica reciclada en (0%, 3%, 5% y 7%)

#### **Dimensiones**

Resistencia a la compresión.

#### **Indicadores**

Resistencia a la compresión ( $\text{kg/m}^2$ ).

#### **Escala de medición**

Nominal

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

#### **Población:**

De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2014, "Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones"

El estudio, De la producción del concreto en adoquines es concreto para el trabajo de investigación.

#### **Muestra:**

(Tamayo 1998 Pág. 115). La muestra es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en la totalidad de una población universo o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada.

Para el estudio de investigación la muestra está compuesta de la siguiente manera; Determinación de las propiedades físicas de los adoquines de concreto con 112 ensayos para determinar: absorción, variación dimensional, alabeo y densidad, ver el Tabla N°8.

Determinación de las propiedades los adoquines de concreto con 42 ensayos para determinar la resistencia a la compresión, ver el Tabla N°9.

#### **Muestreo:**

Arias (2006, p. 83) define muestreo como "un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra".

Para el estudio se realizará un muestreo no probabilístico, se tomará por conveniencia, de acuerdo con la N.T.P. 399.611.

CUADRO N°6: ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ADOQUINES DE CONCRETO				
ENSAYOS DE LABORATORIO	PROPIEDADES FÍSICAS			
	VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)	ALABEO (mm)	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
PATRÓN 0%	5	5	3	3
PATRÓN + (3% caucho)	5	5	3	3
PATRÓN + (5% caucho)	5	5	3	3
PATRÓN + (7% caucho)	5	5	3	3
PATRÓN + (3% viruta metálica)	5	5	3	3
PATRÓN + (5% viruta metálica)	5	5	3	3
PATRÓN + (5% viruta metálica)	5	5	3	3
TOTAL	35	35	21	21

MUESTRA - TOTAL ENSAYOS DE LABORATORIO: 112 (ensayos)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N°7: ENSAYOS DE COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO		
ENSAYOS DE LABORATORIO	14	28
	DÍAS	DÍAS
PATRÓN 0%	3	3
PATRÓN + (3% caucho)	3	3
PATRÓN + (5% caucho)	3	3
PATRÓN + (7% caucho)	3	3
PATRÓN + (3% viruta metálica)	3	3
PATRÓN + (5% viruta metálica)	3	3
PATRÓN + (7% viruta metálica)	3	3
TOTAL	21	21

MUESTRA - ENSAYOS DE COMPRESIÓN: 42 (ensayos)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

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

**Técnica:** En este proyecto de investigación la técnica fue en base a la observación directa donde se obtiene datos de los ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicos-mecánicas de los adoquines de concreto, para luego compara los resultados con la normatividad vigente.

**Instrumentos:** Se empleó la ficha técnica de los procedimientos de los ensayos de laboratorio.

### 3.5. Procedimiento

El procedimiento a seguir las propiedades físicos-mecánicas de los adoquines con la incorporación en caucho y viruta metálica reciclada, es el siguiente;

FASE 1: Recopilación de la información referida a la normatividad vigente; RNE CE.010 Pavimentos Urbanos, NTP 399.611 Unidades de Albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos.

FASE 2: Recopilación y acopio del caucho y viruta metálica reciclados, proceso de desintegrado del caucho y cortado de la viruta metálica, para el uso en la elaboración de los adoquines de concreto.

FASE 3: Adquisición de los materiales para elaborar los adoquines de concreto. La arena para utilizar será arena gruesa que cumpla la NTP 400.037 y ASTM C33. El material grueso para la elaboración de adoquines de concreto será el confitillo, que cumpla la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 y ASTM 89.

FASE 4: Adquisición de los agregados para la elaboración de los adoquines de concreto. La arena para utilizar será arena gruesa que cumpla la NTP 400.037 y ASTM C33. El agregado grueso para la elaboración de los

adoquines de concreto será el confitillo, que cumpla la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 y ASTM 89.

FASE 5: Son parte componentes de los adoquines de concreto, como; Análisis granulométrico (elaboración de las curvas granulométricas y su ubicación dentro de los usos granulométricos), pesos específicos, pesos unitarios sueltos, pesos unitarios compactados, contenido de humedad y porcentaje de absorción.

Así también se utilizará el cemento por desempeño Andino Tipo V, para ello se obtendrá su peso específico y el agua potable de la red pública que se estima sus pesos específico de 1 gr./cm<sup>3</sup>.

FASE 6: Elaboración del diseño de mezcla, para la elaboración de los adoquines de concreto, se utilizará el procedimiento del Comité 211 del ACI (Asociación del Concreto Internacional). Primero se elaborará el patrón para, Luego se diseñará los siguientes concretos adicionando el caucho reciclado en función del peso del cemento en una cantidad del 3%, 5% y 7%, de igual manera se diseñará el concreto con la adición de la viruta metálica reciclada en función del peso del cemento en una cantidad del 3%, 5% y 7%.

FASE 7: Luego de elaborado los adoquines de concreto, se determinarán sus propiedades físicas como de; Variación dimensional, alabeo, absorción y densidad.

FASE 8: Luego de elaborado los adoquines de concreto, se determinarán sus propiedades mecánicas como de; Resistencia a la compresión axial.

FASE 9: Finalizado los ensayos de laboratorio se realizará la interpretación de los resultados.

### **3.6. Método de Análisis de datos.**

Determinación de las propiedades físicas de los agregados que sirven como información para el diseño de mezclas, estos se obtendrán cumpliendo la normatividad de los agregados indicados en la N.T.P. 400.037. Para la elaboración de las curvas granulométricas se utilizará en Excel.

Para el diseño de mezclas se realizará de acuerdo con criterios del Comité 211 del ACI para determinar el proporcionamiento de los materiales que componen el adoquín de concreto patrón, de acuerdo la normatividad N.T.P. 399.611.

La determinación de las propiedades físicas de los adoquines de concreto como de variación dimensional, alabeo, absorción y densidad, estarán de acuerdo con la normatividad.

### **3.7. Aspectos éticos.**

El trabajo de investigación el autor respetara los derechos de tesis revisadas, revistas, artículos científicos, entre otros mediante las citas y referencias, que serán verificadas utilizando el software de turnitin para de esta manera avalar su autenticidad y confiabilidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Materiales y estudio de los agregados

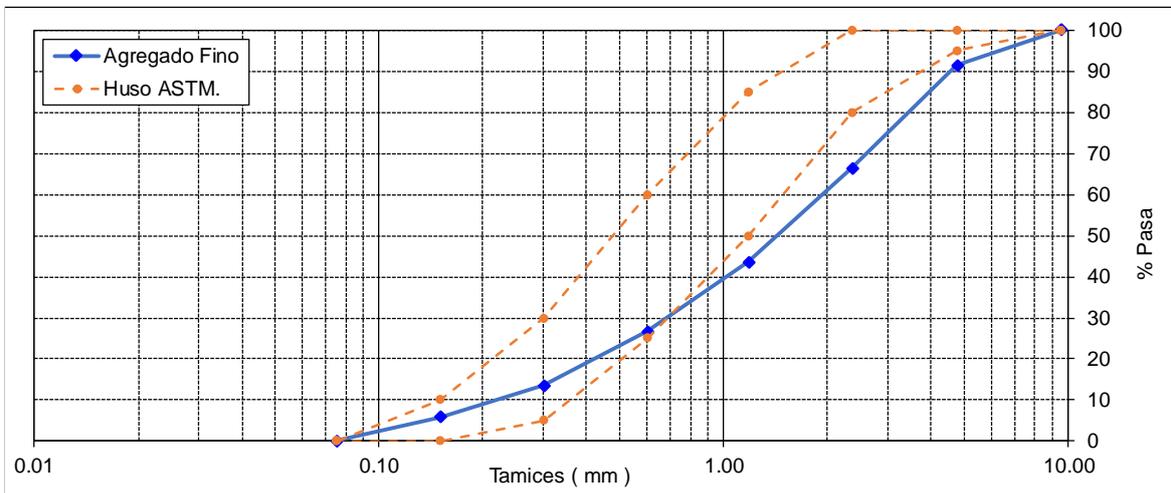
#### Agregado fino

Se utilizó arena gruesa proveniente de la cantera de Huachipa. El análisis granulométrico y las propiedades físicas de los agregados se aprecian a continuación.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	8.6	8.6	91.4	95 - 100
N°8	2.36	25.0	33.6	66.4	80 - 100
N°16	1.18	22.9	56.5	43.5	50 - 85
N°30	0.60	16.9	73.3	26.7	25 - 60
N°50	0.30	13.2	86.5	13.5	5 - 30
N°100	0.15	7.7	94.2	5.8	0 - 10
FONDO		5.8	100.0	0.0	

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.53
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1544
Peso Unitario Compactado	1748
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.62
Contenido de Humedad (%)	2.76
Porcentaje de Absorción (%)	1.42

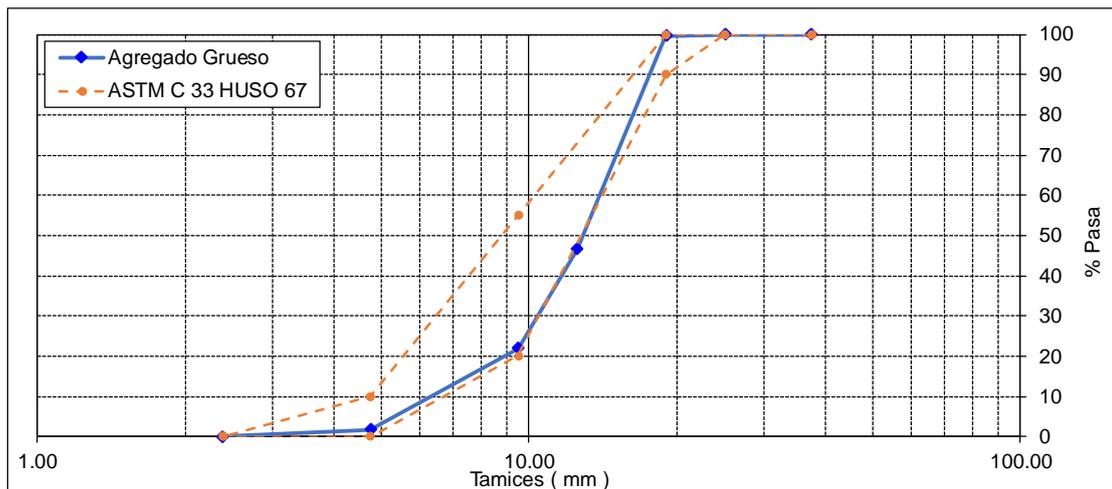
## Agregado grueso

Se trabajo con la cantera de Huachipa. El análisis granulométrico y las propiedades físicas de los agregados se aprecian a continuación.

### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 67
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.3	0.3	99.7	90 - 100
1/2"	12.50	53.0	53.3	46.7	-
3/8"	9.50	24.7	78.0	22.0	20 - 55
N°4	4.75	20.2	98.2	1.8	0 - 10
FONDO		0.0	100.0	0.0	

### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



### C) PROPIEDADES FÍSICAS

<b>Módulo de Fineza</b>	6.77
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1397
<b>Peso Unitario Compactado</b>	1571
<b>Peso Específico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.68
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	0.79
<b>Porcentaje de Absorción (%)</b>	1.00

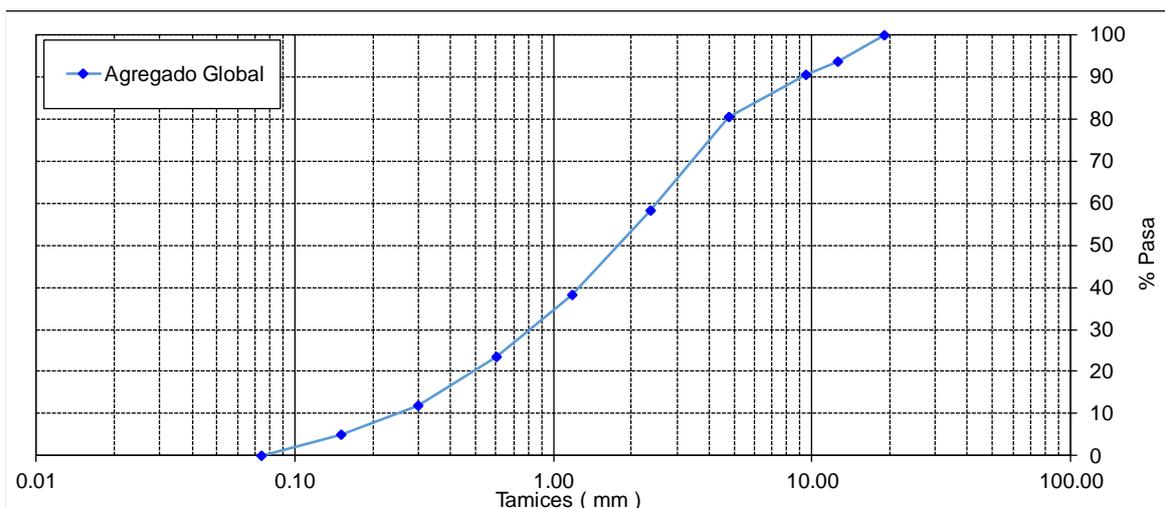
## Agregado global

Se muestra la gráfica del análisis granulométrico del agregado global, en la gráfica que se presenta a continuación.

### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	6.5	6.6	93.4
3/8"	9.50	3.0	9.6	90.4
N°4	4.75	10.1	19.7	80.3
N°8	2.36	22.1	41.8	58.2
N°16	1.18	20.0	61.8	38.2
N°30	0.60	14.8	76.6	23.4
N°50	0.30	11.5	88.2	11.8
N°100	0.15	6.8	94.9	5.1
FONDO		5.1	100.0	0.0

### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	3.93
% Agregado Grueso	12.31
% Agregado Fino	87.69

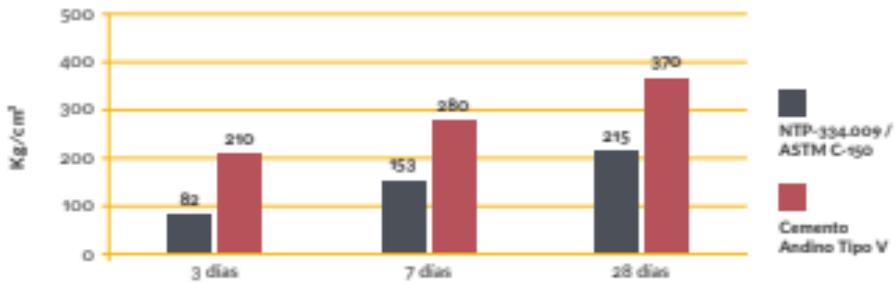
## Cemento

El cemento utilizado en la elaboración de los adoquines, es el cemento Portland Andino Tipo V, como se aprecia en la figura N°5.

Figura N°5: Especificaciones técnicas del cemento Andino Tipo V.

### Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Tipo V



### Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Tipo V	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.12	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m²/kg	340	Mínimo 250
Densidad	g/ml	3.15	No especifica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	210	Mínimo 82
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	280	Mínimo 153
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	370	Mínimo 215
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	123	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	315	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.80	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	1.90	Máximo 2.3
Pérdida al fuego	%	1.50	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.60	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	14.70	No especifica
C <sub>3</sub> S	%	60.83	No especifica
C <sub>3</sub> A	%	1.50	Máximo 5
C <sub>4</sub> AF	%	15.00	No especifica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.39	Máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al Ataque de Sulfatos	%	0.032	0.05 % máx. a 180 días



Fuente: UNACEM.

## Caucho reciclado

El caucho reciclado se a obtenido de una vulcanizadora en el distrito de la Victoria, para la utilización de los adoquines de concreto, en la figura N°6, se aprecia el caucho, también se muestra el análisis granulometricorealizado, ver la figura N°7.

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	0.6	0.6	99.4	95 - 100
N°8	2.36	7.0	7.7	92.3	80 - 100
N°16	1.18	25.3	32.9	67.1	50 - 85
N°30	0.60	45.6	78.5	21.5	25 - 60
N°50	0.30	12.8	91.4	8.6	5 - 30
N°100	0.15	7.1	98.5	1.5	0 - 10
FONDO		1.5	100.0	0.0	0

MÓDULO DE FINURA : 3.10

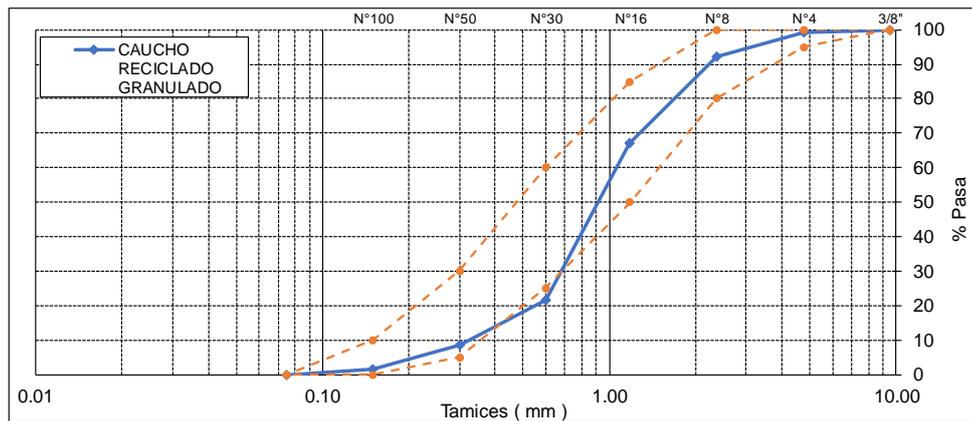


Figura N°7: análisis granulométrico del caucho reciclado.

Figura N°6: Vista del caucho reciclado.



## Viruta metálica reciclada

La viruta metálica se ha obtenido de las acerías de la ciudad de Andahuaylas, como se muestra en la figura N°8, así también el análisis granulometría de viruta metálica, ver figura N°9 y el proceso de la granulometría de la viruta reciclada, ver figura N°10.

Figura N°8: Vista de la viruta metálica reciclada.



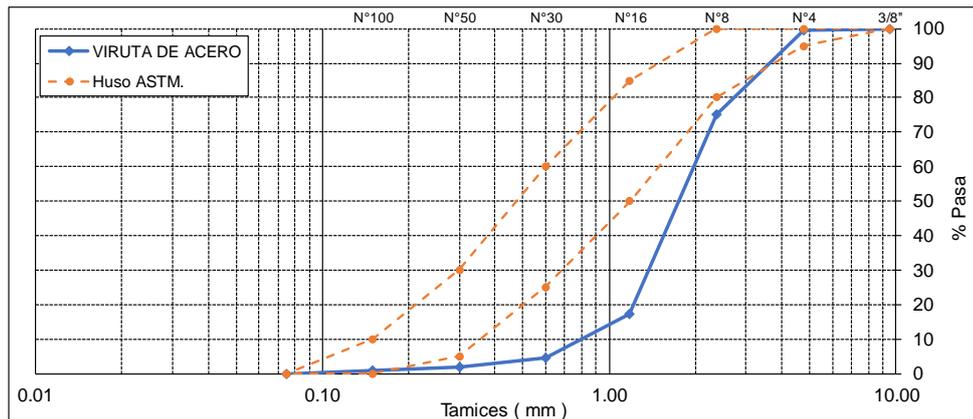
Figura N°10: Proceso de la granulometría de la viruta metálica reciclada.



Figura N°9: análisis granulométrico del acero reciclado.

TAMIZ		%RET	%RET ACUM.	% PASA	% PASA ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	0.4	0.4	99.6	95 - 100
N°8	2.36	24.3	24.7	75.3	80 - 100
N°16	1.18	57.9	82.6	17.4	50 - 85
N°30	0.60	13.0	95.6	4.4	25 - 60
N°50	0.30	2.7	98.3	1.7	5 - 30
N°100	0.15	0.9	99.2	0.8	0 - 10
FONDO		0.8	100.0	0.0	0

MÓDULO DE FINURA : 4.01



### Diseño de mezcla de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

El diseño de mezclas se utilizó el Método del ACI, en la combinación de agregados se utilizó el método del agregado global, arena/piedra = 88%/12%, se utilizó cemento Portland Andino Tipo V, para un asentamiento de 0" a 1". Los resultados generales se aprecian a continuación.

El resumen del diseño de mezclas se muestra a continuación, se utilizó el método del ACI. Se adaptó el diseño teniendo en cuenta que es una mezcla "seca" de bajo asentamiento debido al proceso de formado.

Se utilizó más arena que piedra debido al espesor del adoquín de aproximadamente de 6 cm.

La elaboración del concreto se realizó para obtener una resistencia a la compresión de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo en cuenta que la elaboración se utilizaron moldes metálicos y fue de tipo artesanal.

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	.....	$f'c = 280$	$\text{Kg/cm}^2$			
Asentamiento	.....	0" - 1"				
Relación a/c de diseño	.....	0.43				
Relación a/c de obra	.....	0.39				
Proporciones de diseño	.....	1	:	3.22	:	0.45
Proporciones de obra	.....	1	:	3.31	:	0.45

#### CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO

CEMENTO ANDINO Tipo V	.....	453	Kg.
ARENA GRUESA	.....	1461	Kg.
CONFITILLO	.....	204	Kg.
AGUA de RED PUBLICA	.....	195	L.

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

CEMENTO ANDINO Tipo V	.....	453	Kg.
ARENA GRUESA	.....	1502	Kg.
CONFITILLO	.....	206	Kg.
AGUA de RED PUBLICA	.....	176	L.

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

CEMENTO ANDINO Tipo V	.....	42.50	Kg.
ARENA GRUESA	.....	140.72	Kg.
CONFITILLO	.....	19.28	Kg.
AGUA de RED PUBLICA	.....	16.48	L.

#### PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

		CEMENTO ANDINO Tipo V		ARENA GRUESA		CONFITILLO
Proporciones	.....	1	:	3.22	:	0.49
Agua	.....	16.48		L/bolsa		

## 4.2. Resultado de los ensayos de las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, del objetivo específico 2.

### Muestra Patrón (0%):

Ensayo de compresión en el diseño patrón, ver los resultados en el Tabla N°10, N°11 y gráfica N°1.

CUADRO N°10: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON (0%) A 7 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
P (0%)	20.0	10.0	6.1	39800	200.0	199.0
P (0%)	19.9	10.0	6.0	38000	199.0	191.0
P (0%)	20.0	10.0	6.2	39400	200.0	197.0
						195.7

$$S_s = 2.96 \text{ kg/cm}^2 \quad CV(\%) = 1.5 \%$$

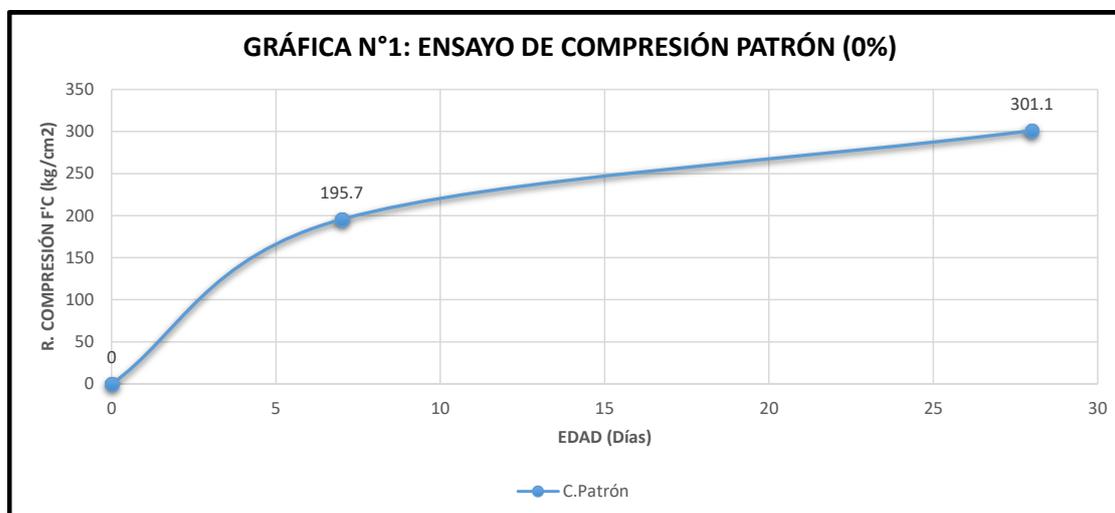
$$f' b p = 195.7 \text{ kg/cm}^2$$

CUADRO N°11: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON (0%) A 28 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
P (0%)	20.3	10.0	6.1	56800	203.0	279.8
P (0%)	20.3	10.0	6.1	64400	203.0	317.2
P (0%)	20.1	10.2	6.2	62800	205.0	306.3
						301.1

$$S_s = 13.61 \text{ kg/cm}^2 \quad CV(\%) = 4.5 \%$$

$$f' b p = 301.1 \text{ kg/cm}^2$$

### Muestra Patrón adicionando caucho reciclado Caucho (3%, 5%,7%):



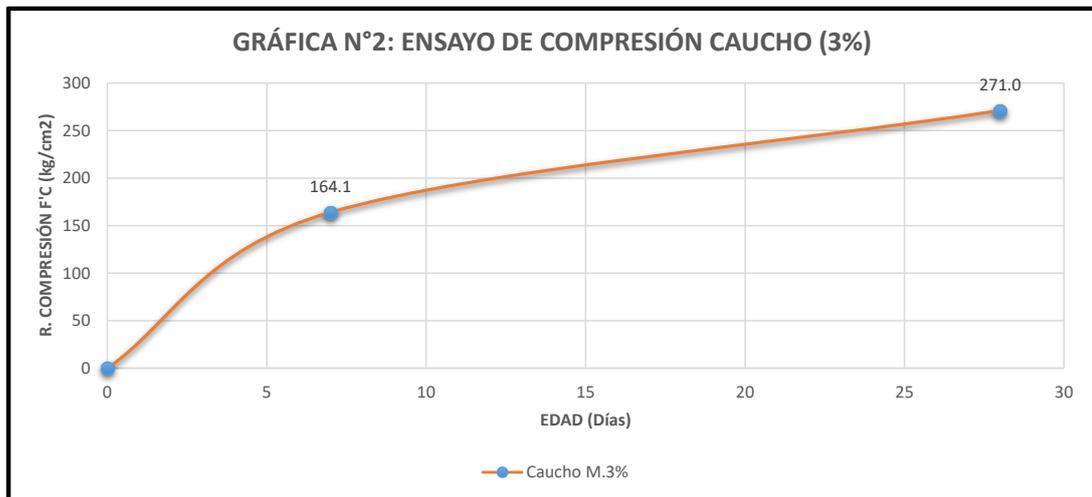
El diseño patrón la incorporación del caucho reciclado en 3% en función al peso del cemento, los resultados se aprecian en el Tabla N°12, N°13. Así también se aprecia la gráfica N °2.

CUADRO N°12: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS CAUCHO (3%) A 7 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
CAUCHO (3%)	20.0	10.0	6.1	32827	200.0	164.1
CAUCHO (3%)	20.0	10.0	6.1	28451	200.0	142.3
CAUCHO (3%)	20.0	10.0	6.1	37203	200.0	186.0
						164.1

$S_s = 15.47 \text{ kg/cm}^2$        $CV(\%) = 9.4 \%$   
 $f' b p = 164.1 \text{ kg/cm}^2$

CUADRO N°13: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS CAUCHO (3%) A 28 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
CAUCHO (3%)	20.1	10.0	6.1	51400	201.0	255.7
CAUCHO (3%)	20.1	9.9	6.0	56600	199.0	284.4
CAUCHO (3%)	20.0	10.1	6.1	55200	202.0	273.3
						271.1

$S_s = 10.24 \text{ kg/cm}^2$        $CV(\%) = 3.8 \%$   
 $f' b p = 271.1 \text{ kg/cm}^2$



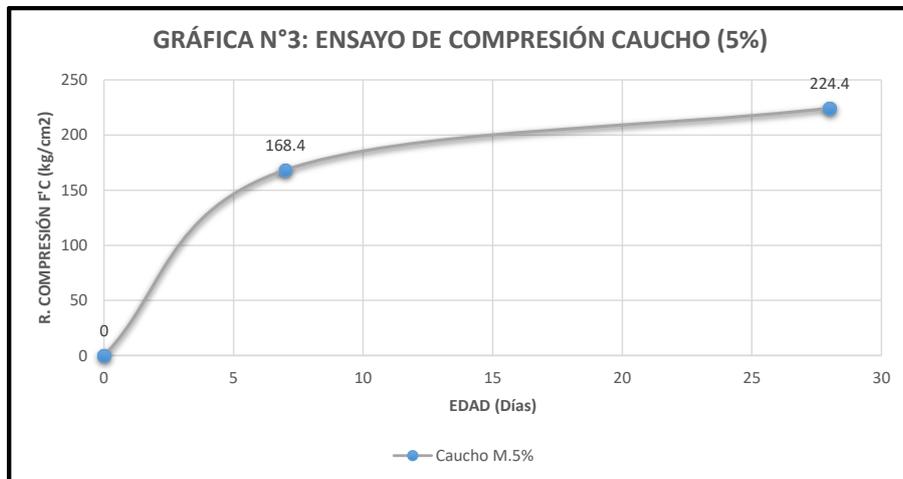
Ensayo de compresión en adoquines de concreto del diseño patrón incorporando caucho reciclado en un 5% en función al peso del cemento, los resultados se aprecian en el Tabla N°14, N°15. así también se aprecia la gráfica N °3.

CUADRO N°14: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS CAUCHO (5%) A 7 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
CAUCHO (5%)	20.0	10.0	6.0	33682	200.0	168.4
CAUCHO (5%)	20.0	10.0	6.1	33037	200.0	165.2
CAUCHO (5%)	20.0	10.0	6.1	34327	200.0	171.6
						168.4

Ss = 2.28 kg/cm<sup>2</sup> CV(%) = 1.4 %  
f`b p = 168.4 kg/cm<sup>2</sup>

CUADRO N°15: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRÓN MAS CAUCHO (5%) A 28 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
CAUCHO (5%)	20.0	10.1	6.0	42200	202.0	208.9
CAUCHO (5%)	20.0	10.2	6.2	46800	204.0	229.4
CAUCHO (5%)	20.1	10.0	6.1	47200	201.0	234.8
						224.4

Ss = 9.67 kg/cm<sup>2</sup> CV(%) = 4.3 %  
f`b p = 224.4 kg/cm<sup>2</sup>



Ensayo de compresión en adoquines de concreto incorporando al diseño patrón caucho reciclado en un 7% en función al peso del cemento, los resultados se aprecian en el Tabla N°16 , N°17. así también se aprecia la gráfica N °4.

CUADRO N°16: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS CAUCHO (7%) A 7 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
CAUCHO (7%)	20.1	10.0	6.0	19800	201.0	98.5
CAUCHO (7%)	20.0	10.0	6.0	19000	200.0	95.0
CAUCHO (7%)	20.0	10.0	5.9	22200	200.0	111.0
						101.5

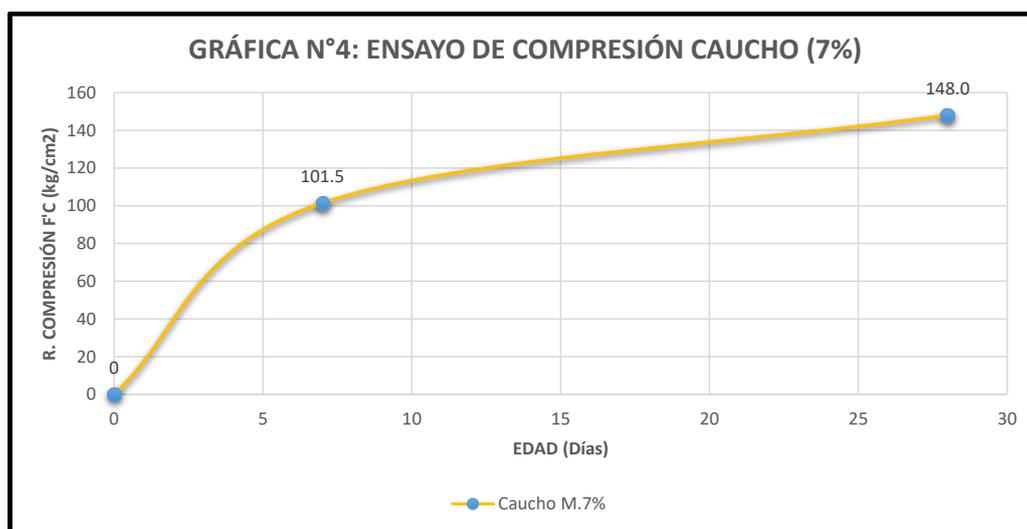
$$S_s = 5.95 \text{ kg/cm}^2 \quad CV(\%) = 5.9 \%$$

$$f' b p = 101.5 \text{ kg/cm}^2$$

CUADRO N°17: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS CAUCHO (7%) A 28 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
CAUCHO (7%)	20.0	10.0	6.0	21385	200.0	106.9
CAUCHO (7%)	20.0	10.0	6.2	33037	200.0	165.2
CAUCHO (7%)	20.0	10.0	6.1	34327	200.0	171.6
						147.9

$$S_s = 25.20 \text{ kg/cm}^2 \quad CV(\%) = 17.0 \%$$

$$f' b p = 147.9 \text{ kg/cm}^2$$



**Muestra Patrón adicionando viruta metálica (3%, 5%,7%):**

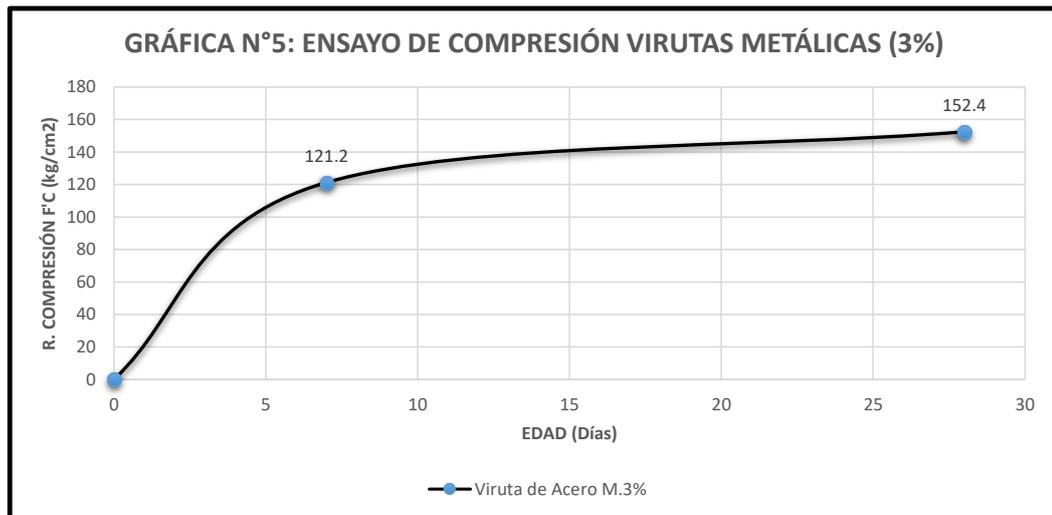
Ensayo de compresión en adoquines de concreto incorporando al diseño patrón viruta metálica en 3% en función al peso del cemento, los resultados se aprecian en el Tabla N°18, N°19. así también se aprecia la gráfica N °5.

CUADRO N°18: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS VIRUTA METÁLICA (3%) A 7 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
VIRUTA M. (3%)	20.0	10.0	6.1	22896	200.0	114.5
VIRUTA M. (3%)	20.0	10.0	6.1	20747	200.0	103.7
VIRUTA M. (3%)	20.0	10.0	6.1	29016	200.0	145.1
						121.1

Ss = 15.17 kg/cm<sup>2</sup>      CV(%) = 12.5 %  
 f' b p = 121.1 kg/cm<sup>2</sup>

CUADRO N°19: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS VIRUTA METÁLICA (3%) A 28 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
VIRUTA M. (3%)	19.9	10.0	6.0	29994	199.0	150.7
VIRUTA M. (3%)	19.9	10.0	5.9	31216	199.0	156.9
VIRUTA M. (3%)	20.0	10.0	6.0	29814	200.0	149.1
						152.2

Ss = 2.90 kg/cm<sup>2</sup>      CV(%) = 1.9 %  
 f' b p = 152.2 kg/cm<sup>2</sup>



Ensayo de compresión en adoquines de concreto incorporando al diseño patrón viruta metálica en un 5% en función al peso del cemento, los resultados se aprecian en el Tabla N°20 y Tabla N°21. así también se aprecia la gráfica N °6.

CUADRO N°20: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS VIRUTA METÁLICA (5%) A 7 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
VIRUTA M. (5%)	20.0	10.0	6.1	36590	200.0	183.0
VIRUTA M. (5%)	20.0	10.0	6.0	42570	200.0	212.9
VIRUTA M. (5%)	20.0	10.0	6.1	39019	200.0	195.1
						197.0

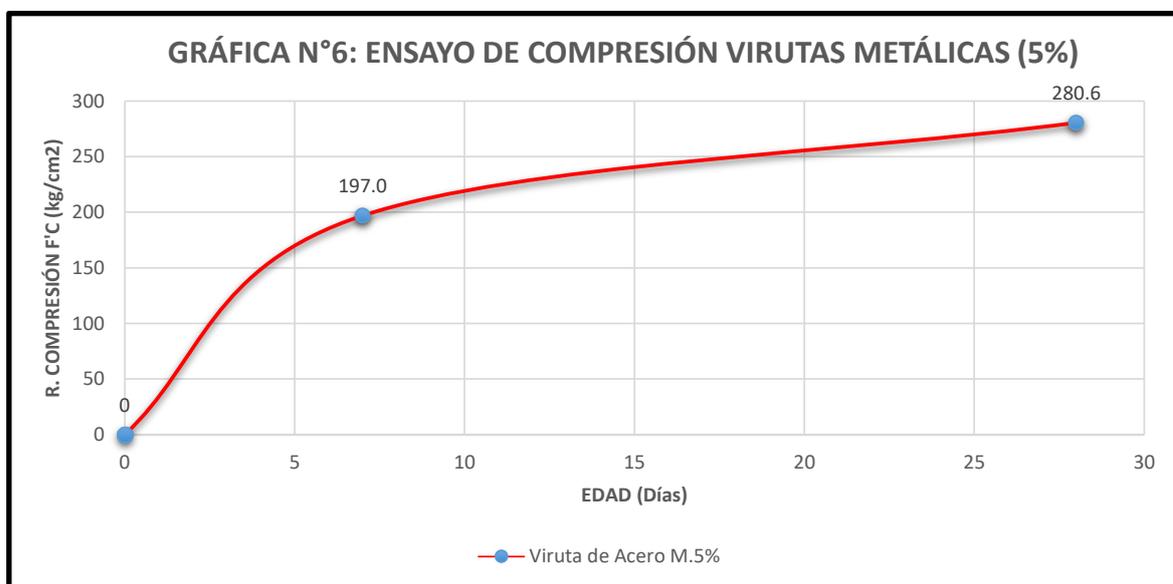
$$S_s = 10.63 \text{ kg/cm}^2 \quad CV(\%) = 5.4 \%$$

$$f' b p = 197.0 \text{ kg/cm}^2$$

CUADRO N°21: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS VIRUTA METÁLICA (5%) A 28 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
VIRUTA M. (5%)	20.0	10.0	6.0	55300	200.0	276.5
VIRUTA M. (5%)	20.1	10.0	5.9	54900	201.0	273.1
VIRUTA M. (5%)	20.0	10.1	6.0	59000	202.0	292.1
						280.6

$$S_s = 7.15 \text{ kg/cm}^2 \quad CV(\%) = 2.5 \%$$

$$f' b p = 280.6 \text{ kg/cm}^2$$



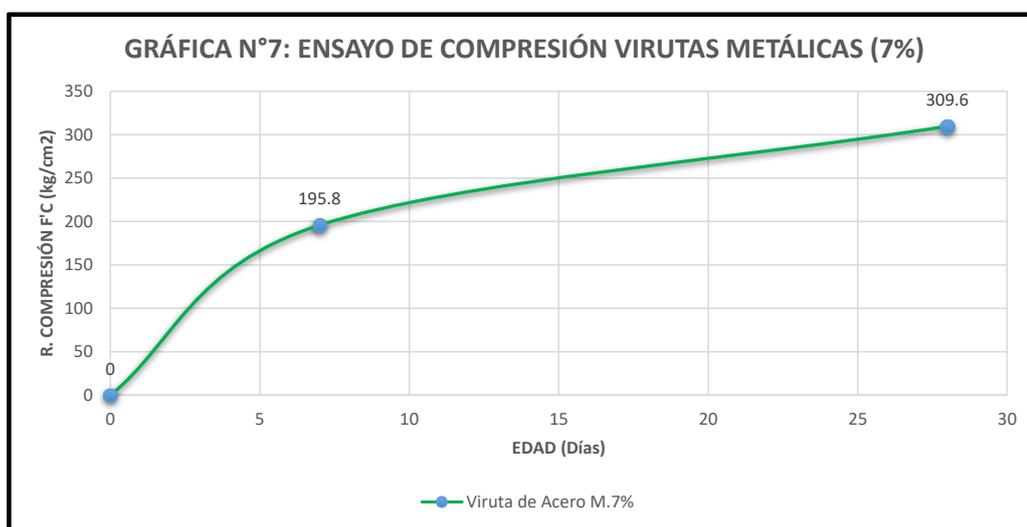
Ensayo de compresión en adoquines de concreto incorporando al diseño patrón viruta metálica en 7% en función al peso del cemento, los resultados se aprecian en el Tabla N°21, N°22. así también se aprecia la gráfica N °7.

CUADRO N°21: ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS VIRUTA METÁLICA (7%) A 7 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
VIRUTA M. (7%)	20.0	10.0	6.0	39200	200.0	196.0
VIRUTA M. (7%)	20.0	10.0	6.1	39900	200.0	199.5
VIRUTA M. (7%)	20.0	10.0	6.1	38400	200.0	192.0
						195.8

$S_s = 2.65 \text{ kg/cm}^2$        $CV(\%) = 1.4 \%$   
 $f' b p = 195.8 \text{ kg/cm}^2$

CUADRO N°22 ENSAYO DE COMPRESIÓN EN MUESTRA PATRON MAS VIRUTA METÁLICA (7%) A 28 DÍAS						
MUESTRA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	CARGA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	f`b (kg/cm <sup>2</sup> )
VIRUTA M. (7%)	20.0	10.0	6.0	62100	200.0	310.5
VIRUTA M. (7%)	20.1	10.0	5.9	63200	201.0	314.4
VIRUTA M. (7%)	20.0	10.1	6.0	61400	202.0	304.0
						309.6

$S_s = 3.74 \text{ kg/cm}^2$        $CV(\%) = 1.2 \%$   
 $f' b p = 309.6 \text{ kg/cm}^2$

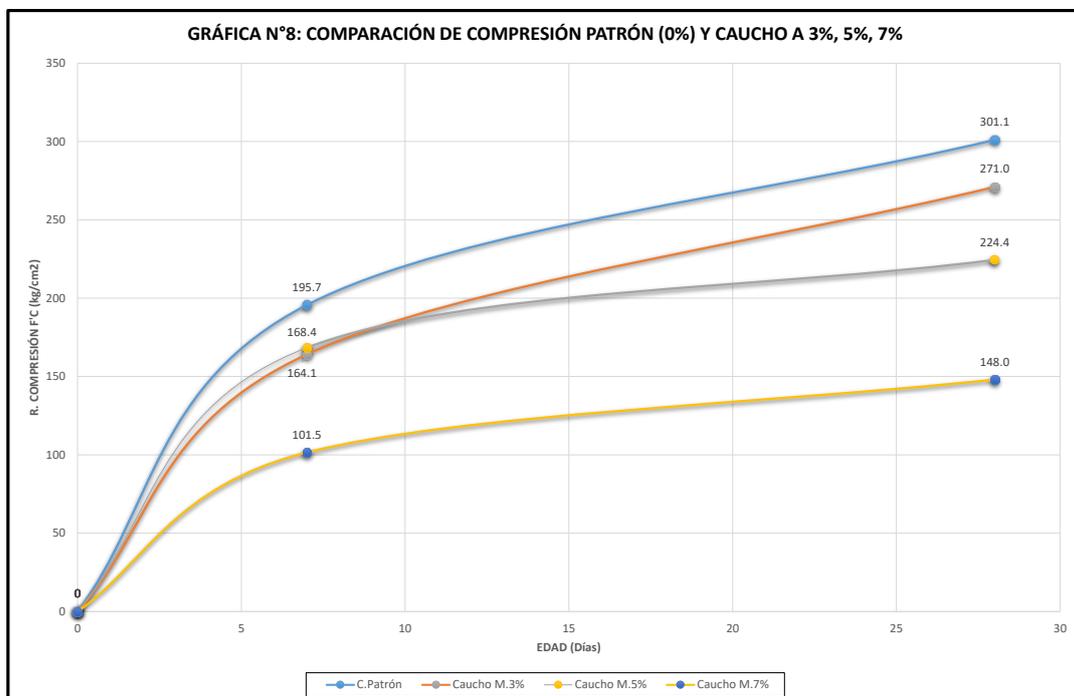


## Estudio comparativo de los resultados del objetivo específico 2.

De los resultados del concreto, del ensayo compresión, se tiene lo siguiente; Como se aprecia en la gráfica N°8, gráfica N°9 y Tabla N°23, se pueden realizar el siguiente comparativo.

De la gráfica N°8 y Tabla N°23; se puede apreciar que con la adición del 3% de caucho reciclado a los 28 días se pierde una resistencia del 10%, con la adición del 5% se pierde una resistencia del 25.5%, con la edición del 7% se pierde una resistencia de 40.9%.

Sin embargo, se puede también concluir que con la adición del 3% de acucho se puede lograr una resistencia de 271 kg/cm<sup>2</sup>. Así también se puede también concluir que con la adición del 5% de acucho se puede lograr una resistencia de 224.4 kg/cm<sup>2</sup>.



De la gráfica N°9 y el Tabla N°23, se puede apreciar que con la incorporación del 5% de viruta reciclada a los 28 días se pierde una resistencia del 6.8%, con la adición del 7% se incrementa la resistencia en un 2.8% respecto al diseño patrón, por consiguiente se puede concluir que sería el diseño óptimo.

Se puede concluir también que, con la adición del 5% de viruta metálica, que supera al diseño especificado de (280 kg/cm<sup>2</sup>) y con la adición del 7% de viruta reciclada se logra una resistencia de 309.6 kg/cm<sup>2</sup>, que también supera al diseño patrón (301.1 kg/cm<sup>2</sup>) y al especificado de (280 kg/cm<sup>2</sup>)

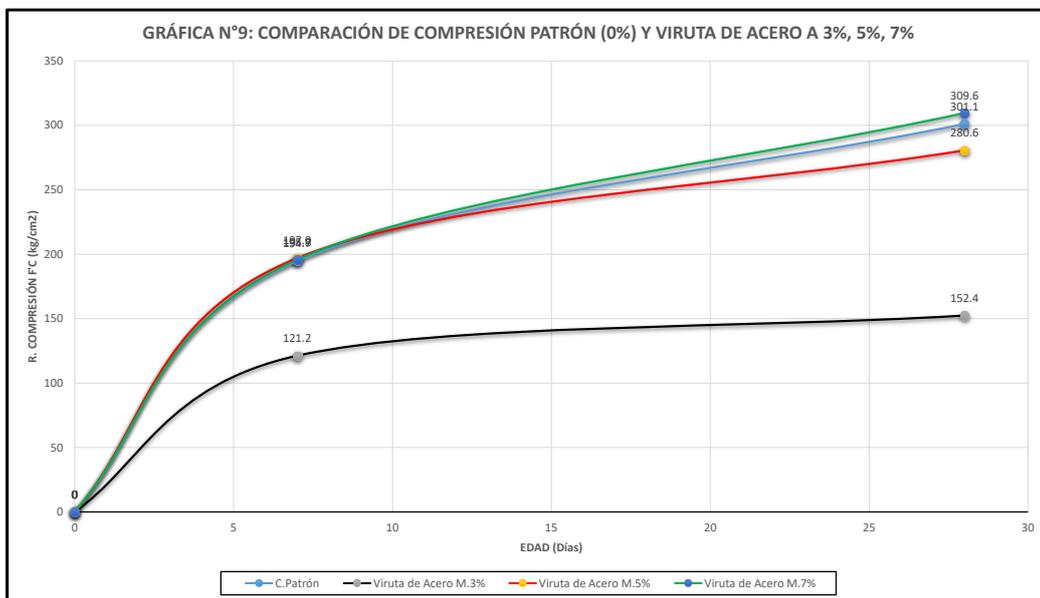


Tabla N°23: Relación de la Resistencia del diseño patrón vs a los adoquines con la adición de caucho y viruta metálica reciclada a lo siete y 28 días.

DESCRIPCIÓN	DÍAS	RESISTENCIA	RESISTENCIA	OBSERVACIÓN	CONDICION
		f ' c (kg/cm <sup>2</sup> )	(%)	(DISMINUYE /AUMENTA)	
PATRÓN (0%)	7	195.7	100.0	100.0	----
	28	301.1	100.0	100.0	----
CAUCHO (3%)	7	164.1	83.9	-16.1	D
	28	271.0	90.0	-10.0	D
CAUCHO (5%)	7	168.4	86.1	-13.9	D
	28	224.4	74.5	-25.5	D
CAUCHO (7%)	7	101.0	51.6	-48.4	D
	28	148.0	49.2	-40.9	D
VIRUTA METÁLICA (3%)	7	121.2	61.9	-38.1	D
	28	152.4	50.6	-49.4	D
VIRUTA METÁLICA (5%)	7	197.0	100.7	0.7	A
	28	280.6	93.2	-6.8	D
VIRUTA METÁLICA (7%)	7	195.8	100.1	0.1	A
	28	309.6	102.8	2.8	A

### 4.3. Estudio de las propiedades físicas de los adoquines de concreto, según el objetivo específico 1.

#### Muestra Patrón (0%):

Ensayo de Absorción, densidad, Alabeo y dimensionamiento, los resultados se aprecian en el Tabla N°24, N°25, N°26.

Tabla N°24: Ensayo de Absorción del diseño patrón P(0%).

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M 1 - P(0%)	6.8	1.9
M 2 - P(0%)	6.3	2.0
M 3 - P(0%)	6.5	2.0
M 4 - P(0%)	6.2	2.0
M 5 - P(0%)	6.3	1.9
PROMEDIO =	6.4	1.9

Tabla N°25: Ensayo de Alabeo del diseño patrón P(0%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</b>
M 1 - P(0%)	0.3
M 2 - P(0%)	0.3
M 3 - P(0%)	0.0
M 4 - P(0%)	0.3
M 5 - P(0%)	0.0
PROMEDIO =	<b>0.2</b>

Tabla N°26: Ensayo de Dimensionamiento del diseño patrón P(0%).

<b>MUESTRA</b>	<b>DIMENSIONES (mm)</b>		
	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>
M1 - P(0%)	200.0	100.0	59.5
M2 - P(0%)	200.0	99.8	60.0
M3 - P(0%)	200.0	99.5	59.8
M4 - P(0%)	200.0	100.3	60.0
M5 - P(0%)	200.0	99.8	59.5
PROMEDIO =	<b>200.0</b>	<b>99.9</b>	<b>59.8</b>

### **Muestra Patrón adición Caucho (3%):**

Ensayo de Absorción, densidad, Alabeo y dimensionamiento, los resultados se aprecian en el Tabla N°27, N°28, N°29.

Tabla N°27: Ensayo de Absorción y densidad diseño patrón más Caucho (3%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ABSORCIÓN (%)</b>	<b>DENSIDAD (kg/m³)</b>
M1 - CAUCHO 3%	4.5	2.1
M2 - CAUCHO 3%	4.2	2.1
M3 - CAUCHO 3%	4.8	2.0
M4 - CAUCHO 3%	4.5	2.0
M5 - CAUCHO 3%	5.0	2.0
PROMEDIO =	<b>4.6</b>	<b>2.0</b>

Tabla N°28: Ensayo de Alabeo de diseño patrón más Caucho (3%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</b>
M1 - CAUCHO 3%	0.2
M2 - CAUCHO 3%	0.0
M3 - CAUCHO 3%	0.2
M4 - CAUCHO 3%	0.0
M5 - CAUCHO 3%	0.2
PROMEDIO =	<b>0.1</b>

Tabla N°29: Ensayo de Dimensionamiento diseño patrón más Caucho (3%).

<b>MUESTRA</b>	<b>DIMENSIONES (mm)</b>		
	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>
M1 - CAUCHO(3%)	200.3	100.0	59.5
M2 - CAUCHO(3%)	199.8	99.8	59.5
M3 - CAUCHO(3%)	200.0	99.8	59.8
M4 - CAUCHO(3%)	200.0	100.3	59.8
M5 - CAUCHO(3%)	200.0	99.8	59.8
PROMEDIO =	<b>200.0</b>	<b>99.9</b>	<b>59.7</b>

### **Muestra Patrón adición Caucho (5%):**

Ensayo de Absorción, densidad, Alabeo y dimensionamiento, los resultados se aprecian en el Tabla N°30, N°31, N°32.

Tabla N°30: Ensayo de Absorción y densidad diseño patrón más Caucho (5%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ABSORCIÓN (%)</b>	<b>DENSIDAD (kg/m³)</b>
M1 : CAUCHO (5%)	6.3	1.9
M2 : CAUCHO (5%)	4.8	2.1
M3 : CAUCHO (5%)	6.4	1.9
M4 : CAUCHO (5%)	5.6	2.0
M5 : CAUCHO (5%)	5.3	2.0
PROMEDIO =	<b>5.7</b>	<b>2.0</b>

Tabla N°31: Ensayo de Alabeo de diseño patrón más Caucho (5%).

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1 : CAUCHO (5%)	0.0
M2 : CAUCHO (5%)	0.1
M3 : CAUCHO (5%)	0.2
M4 : CAUCHO (5%)	0.0
M5 : CAUCHO (5%)	0.0
PROMEDIO =	<b>0.1</b>

Tabla N°31: Ensayo de Dimensionamiento diseño patrón más Caucho (5%).

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 - CAUCHO(5%)	200.3	99.8	60.0
M2 - CAUCHO(5%)	200.0	99.8	60.0
M3 - CAUCHO(5%)	199.8	99.8	59.5
M4 - CAUCHO(5%)	200.0	100.0	59.3
M5 - CAUCHO(5%)	200.0	100.0	59.5
PROMEDIO =	<b>200.0</b>	<b>99.9</b>	<b>59.7</b>

### Muestra Patrón adición Caucho (7%):

Ensayo de Absorción, densidad, Alabeo y dimensionamiento, los resultados se aprecian en el Tabla N°33, N°34, N°35.

Tabla N°33: Ensayo de Absorción y densidad diseño patrón más Caucho (7%).

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M1 - CAUCHO(7%)	7.4	1.9
M2 - CAUCHO(7%)	7.9	1.8
M3 - CAUCHO(7%)	7.7	1.8
M4 - CAUCHO(7%)	7.0	1.9
M5 - CAUCHO(7%)	7.1	1.9
PROMEDIO =	<b>7.4</b>	<b>1.9</b>

Tabla N°34: Ensayo de Alabeo de diseño patrón más Caucho (7%).

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1 - CAUCHO(7%)	1
M2 - CAUCHO(7%)	0
M3 - CAUCHO(7%)	0
M4 - CAUCHO(7%)	1
M5 - CAUCHO(7%)	1
PROMEDIO =	<b>0.9</b>

Tabla N°35: Ensayo de Dimensionamiento diseño patrón más Caucho (7%).

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 - CAUCHO(7%)	199.8	100.0	60.0
M2 - CAUCHO(7%)	200.0	99.8	60.0
M3 - CAUCHO(7%)	199.8	99.8	59.8
M4 - CAUCHO(7%)	199.5	100.0	59.5
M5 - CAUCHO(7%)	200.0	99.8	59.8
PROMEDIO =	<b>199.8</b>	<b>99.9</b>	<b>59.8</b>

### Muestra Patrón con adición Viruta Metálica (3%):

Ensayo de Absorción, densidad, Alabeo y dimensionamiento, los resultados se aprecian en el Tabla N°36, N°37, N°38.

Tabla N°36: Ensayo de Absorción y densidad diseño patrón más Viruta metálica (3%).

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m³)
M1 -VIRUTA M. (3%)	8.3	1.9
M2 -VIRUTA M. (3%)	7.9	1.9
M3-VIRUTA M. (3%)	8.0	1.9
M4 -VIRUTA M. (3%)	8.4	1.8
M5 -VIRUTA M. (3%)	8.3	1.8
PROMEDIO =	8.2	<b>1.9</b>

Tabla N°37: Ensayo de Alabeo de diseño patrón más Viruta metálica (3%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</b>
M1 -VIRUTA M. (3%)	0.2
M2 -VIRUTA M. (3%)	0.2
M3-VIRUTA M. (3%)	0.1
M4 -VIRUTA M. (3%)	0.0
M5 -VIRUTA M. (3%)	0.0
PROMEDIO =	<b>0.1</b>

Tabla N°38: Ensayo de Dimensionamiento diseño patrón más Viruta metálica (3%).

<b>MUESTRA</b>	<b>DIMENSIONES (mm)</b>		
	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>
M1 -VIRUTA M. (3%)	199.8	99.8	59.8
M2 -VIRUTA M. (3%)	199.8	99.8	59.8
M3 -VIRUTA M. (3%)	199.8	99.8	59.3
M4 -VIRUTA M. (3%)	200.0	99.8	59.5
M5 -VIRUTA M. (3%)	200.0	99.3	60.0
PROMEDIO =	<b>199.9</b>	<b>99.7</b>	<b>59.7</b>

### **Muestra Patrón con adición Viruta Metálica (5%):**

Ensayo de Absorción, densidad, Alabeo y dimensionamiento, los resultados se aprecian en el Tabla N°39, N°40, N°41.

Tabla N°39: Ensayo, Absorción y densidad diseño patrón más Viruta metálica (5%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ABSORCIÓN (%)</b>	<b>DENSIDAD (kg/m<sup>3</sup>)</b>
M - 1 : VIRUTA M. (5%)	4.8	2.0
M - 2 : VIRUTA M. (5%)	5.0	2.2
M - 3 : VIRUTA M. (5%)	5.0	2.1
M - 4 : VIRUTA M. (5%)	5.0	2.0
M - 5 : VIRUTA M. (5%)	5.2	2.1
PROMEDIO =	<b>5.0</b>	<b>2.1</b>

Tabla N°40: Ensayo de Alabeo de diseño patrón más Viruta metálica (5%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</b>
M - 1 : VIRUTA M. (5%)	0.1
M - 2 : VIRUTA M. (5%)	0.3
M - 3 : VIRUTA M. (5%)	0.2
M - 4 : VIRUTA M. (5%)	0.1
M - 5 : VIRUTA M. (5%)	0.1
PROMEDIO =	0.2

Tabla N°41: Ensayo de Dimensionamiento diseño patrón más Viruta metálica (5%).

<b>MUESTRA</b>	<b>DIMENSIONES (mm)</b>		
	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>
M1 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.8	59.8
M2 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.8	59.8
M3 -VIRUTA M. (5%)	199.8	99.8	59.3
M4 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.8	59.8
M5 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.5	60.0
PROMEDIO =	<b>200.0</b>	<b>99.7</b>	<b>59.7</b>

### **Muestra Patrón con adición Viruta Metálica (7%):**

Ensayo de Absorción, densidad, Alabeo y dimensionamiento, los resultados se aprecian en el Tabla N°42, N°43 y N°44.

Tabla N°42: Ensayo, Absorción y densidad diseño patrón más Viruta metálica (7%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ABSORCIÓN (%)</b>	<b>DENSIDAD (kg/m³)</b>
M1 -VIRUTA M. (7%)	4.0	2.1
M2 -VIRUTA M. (7%)	4.3	2.0
M3 -VIRUTA M. (7%)	4.2	2.1
M4 -VIRUTA M. (7%)	4.0	2.1
M5 -VIRUTA M. (7%)	4.3	2.0
PROMEDIO =	4.2	<b>2.1</b>

Tabla N°43: Ensayo de Alabeo de diseño patrón más Viruta metálica (7%).

<b>MUESTRA</b>	<b>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</b>
M1 -VIRUTA M. (7%)	0.1
M2 -VIRUTA M. (7%)	0.1
M3 -VIRUTA M. (7%)	0.0
M4 -VIRUTA M. (7%)	0.1
M5 -VIRUTA M. (7%)	0.2
PROMEDIO =	0.1

Tabla N°44: Ensayo de Dimensionamiento diseño patrón más Viruta metálica (7%).

<b>MUESTRA</b>	<b>DIMENSIONES (mm)</b>		
	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>	<b>ALTO</b>
M1 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.8	59.8
M2 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.8	59.8
M3 -VIRUTA M. (7%)	199.8	99.8	59.3
M4 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.8	59.8
M5 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.5	60.0
PROMEDIO =	<b>200.0</b>	<b>99.7</b>	<b>59.7</b>

### **Interpretación de los resultados del objetivo específico 1:**

Las propiedades físicas los adoquines de concreto del diseño patrón, más la adición de caucho reciclado y viruta metálica reciclada adicionando 3%, 5% y 7% se aprecia en el Tabla N°45, se tiene lo siguiente;

Del ensayo de absorción, se aprecia en el Tabla N°45, de acuerdo a la norma técnica los adoquines deben de tener un porcentaje de absorción para los Tipos I y Tipo II menores o iguales al 6%, en ese sentido se puede decir de manera general que el adoquín patrón, el adoquín con caucho al 3% y caucho al 5% cumplen la normatividad. Respecto a los adoquines con 5% y 7% de adición de viruta metálica cumplen también con la norma técnica.

Respecto a la densidad del adoquín se han obtenido los resultados más altos en promedio de 2.1 kg/m<sup>3</sup>, para las adiciones de viruta metálica, conteniendo 5% y 7%.

Respecto al ensayo de Alabeo, en todos los casos se cumplen con la normatividad si se tiene como referencia las normas de albañilería, teniendo en cuenta que son menores a 1 mm de alabeo por concavidad.

Respecto al ensayo de Variación dimensional, se tiene que en todos los casos, cumplen con la normatividad vigente, teniendo que en se obtienen valores menores al (+/- 1.6 mm) en el largo, (+/- 1.6) ancho mm y (+/- 3.2) en la altura mm del adoquín, como se aprecia en el Tabla N°45, todos menores a 0.30mm

Tabla N° 45: Resumen de ensayos de las propiedades físicas de los adoquines de concreto estudio de investigación.

DESCRIPCIÓN	ANSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	ALABEO (mm)	DIMENSIONAMIENTO (mm)		
				LARGO	ANCHO	ALTURA
PATRÓN (0%)	6.4	1.9	0.2	0.0	0.1	0.2
CAUCHO (3%)	4.6	2.0	0.1	0.0	0.1	0.3
CAUCHO (5%)	5.7	2.0	0.1	0.0	0.1	0.3
CAUCHO (7%)	7.4	1.9	0.9	0.2	0.1	0.2
VIRUTA METÁLICA (3%)	8.2	1.9	0.1	0.1	0.3	0.3
VIRUTA METÁLICA (5%)	5.0	2.1	0.2	0.0	0.3	0.3
VIRUTA METÁLICA (7%)	4.2	2.1	0.1	0.0	0.3	0.3

## V. DISCUSIÓN

Para la discusión se tomó solamente con los resultados óptimos del estudio; con la incorporación del 5% de viruta reciclada a los 28 días se pierde la resistencia de compresión del 6.8%, con incorporación del 7% se incrementa la resistencia en un 2.8% respecto al diseño patrón, por consiguiente se concluyó que sería el diseño óptimo, para ello se discutirá con los estudios realizados, como se aprecia en el

Tabla N° 46, resumen de los antecedentes analizados, ver el resumen de la Tabla N° 46 en el Anexo.

Nacional: (Víctor León, 2020). Resistencia patrón de 220.5 kg/cm<sup>2</sup>. Aumentó la resistencia adicionando; (12 % vidrio molido, 5 % viruta de acero) a 233.6 kg/cm<sup>2</sup> (A-5.9%) y con (12 % vidrio molido, 11 % viruta de acero) a 228.6 kg/cm<sup>2</sup> (A-3.4%).

Nacional: (Benjamín Aroño, 2020). La resistencia en unidades del concreto patrón fue 105.67 kg/cm<sup>2</sup>; Resistencia con adición de virutas de acero más concreto reciclado con 10% (109.0 kg/cm<sup>2</sup>- D-3.1%), con 20% (81 kg/cm<sup>2</sup> - D-23.3%) y 25% se obtuvo (80 kg/cm<sup>2</sup> - D - 24.3%).

Internacional: (Condori, 2018). Con la adición del 3% y 5% de viruta de acero también obtuvo resultados de compresión mayores al diseño patrón; de 327 kg/cm<sup>2</sup> (A-3.7%) y 319 kg/cm<sup>2</sup> (A-1.5%), similares al estudio realizado.

Internacional: (Seidel Plazas, 2015). La mezcla de concreto patrón de 598 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de (CR) al 5% de 547 kg/cm<sup>2</sup> (D-8.5%), con adición de (CR) al 10% de 536 kg/cm<sup>2</sup> (D-10.4%), con adición de (CR) al 15% de 492 kg/cm<sup>2</sup> (D-17.7%). Se concluye que el uso de GCR disminuye la resistencia a la compresión.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **C.O.G.:**

EL objetivo general del estudio físicos-mecánicas del adoquín de concreto para su resistencia a la compresión de 280 kg/cm<sup>2</sup>, con la adición de caucho y viruta metálica recicladas con la incorporación del 3%, 5% y 7% del peso del cemento para uso en pavimentos de tránsito peatonal.

Se logro cumplir con los objetivos, debido a que con la incorporación de viruta reciclada en un 7%, cumple con las especificaciones técnicas del trabajo de investigación y la norma técnica para uso en pavimentos con adoquines de concreto.

### **C.O.E.1:**

Del ensayo de absorción, ver el Tabla N°45, deben tener un porcentaje de absorción para los Tipos I y Tipo II menores o iguales al 6%, en ese sentido de manera general el adoquín patrón, adoquines con caucho al 3% y 5% de incorporado cumplen la normatividad. Respecto a los adoquines con 5% y 7% de incorporación de viruta metálica cumplen también con la norma técnica.

Respecto a la densidad del adoquín se han obtenido los resultados más altos en promedio de 2.1 kg/m<sup>3</sup>, para las incorporaciones de viruta metálica, conteniendo 5% y 7% (son los adoquines con mayor resistencia a la compresión).

Respecto al ensayo de Alabeo, en todos los casos cumplen con la normatividad (referencia las normas de albañilería), teniendo en cuenta que los valores son menores a 1 mm por concavidad.

Respecto al ensayo de Variación dimensional, se tiene que, en todos los casos, cumplen con la normatividad vigente, teniendo que en se obtienen valores menores a (+/- 1.6 mm) en el largo, (+/- 1.6 mm) en el ancho y (+/- 3.2 mm) en la altura del adoquín, como se aprecia en el Tabla N°45, todos son menores a 0.30mm

### **C.O.E.2:**

De los resultados del ensayo de compresión, se tiene lo siguiente; de la gráfica N°8 y Tabla N°23; se puede apreciar que con la incorporación del 3% de caucho a los 28 días se pierde una resistencia a la compresión del 10%, con la incorporación del 5% se pierde una resistencia del 25.5%, con la dicción del 7% se pierde una resistencia de 40.9%.

De la gráfica N°9 y el Tabla N°23, se puede apreciar que con la incorporación del 5% de viruta reciclada a los 28 días se pierde una resistencia del 6.8%, con la adición del 7% se incrementa la resistencia en un 2.8% respecto al diseño patrón, por consiguiente, se puede concluir que sería el diseño óptimo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Respecto a la adición de caucho reciclado se recomienda realizar ensayos para menores porcentajes de caucho reciclado de 1%, 2% y 3%, teniendo en cuenta que en el estudio de investigación se ha logrado obtener resistencia del 3% y 5% de 271 kg/cm<sup>2</sup> y 224 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, a los 28 días.

Respecto a la adición de viruta reciclada se recomienda realizar ensayos para porcentajes mayores al 7% de adición (como de 10%, 12% y 15%), teniendo en cuenta que en el estudio de investigación se obtuvo una resistencia de 310 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

Se recomienda elaborar los adoquines de concreto en máquinas semiindustriales o industriales para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, teniendo en cuenta que en nuestro estudio se trabajó de manera artesanal.

## REFERENCIAS

- [32] Guo, Y. C., Zhang, J. H., Chen, G., Chen, G. M., & Xie, Z. H. (2014). Fracture Behaviors of a New Steel Fiber Reinforced Recycled Aggregate Concrete with Crumb Rubber. *Construction and Building Materials*, 53, pp. 32-39. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.075>
- [33] San Song, K., Hajirasouliha, I., & Pilakoutas, K. (2011). Strength and Deformability of Waste Tyre Rubber-filled Reinforced Concrete Columns. *Construction and Building Materials*, 25 (1), pp. 218-226. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.035>

# ANEXOS

## ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

CUADRO N°8: MATRIZ DE CONSISTENCIA							
ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADOS, ANDAHUAYLAS 2021							
BACHILLER: RENE RUIZ RENE ANTONIO							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Como influye la incorporación de la viruta metálica y caucho reciclados en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, para su utilización en pavimentos de tránsito ligero en la ciudad de Andahuaylas 2021	Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto con la incorporación de viruta metálica y caucho reciclados, para su utilización en pavimentos de tránsito peatonal, Andahuaylas 2021.	Los adoquines de concreto de tránsito peatonal, elaborados con la incorporación de viruta metálica y caucho reciclados, influirán en las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto, Andahuaylas 2021	VARIABLE INDEPENDIENTE	Viruta metálica	Dosificación (0%, 3%, 5% y 7%)	Proporcionamiento en (%) del peso del cemento	Balanza
				Caucho reciclado	Analisis granulometrico	Tamaño de las partículas	Maquina tamizadora
					Dosificación (0%, 3%, 5% y 7%)	Proporcionamiento en (%) del peso del cemento	Balanza
					Analisis granulometrico	Tamaño de las partículas	Maquina tamizadora
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLES DEPENDIENTES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Como influye la incorporación de la viruta metálica y caucho reciclados en las propiedades físicas de los adoquines de concreto, para su utilización en pavimentos de tránsito ligero en la ciudad de Andahuaylas	Determinar las propiedades físicas de los adoquines de concreto reciclado; Variación dimensional, alabeo, absorción y densidad.	La incorporación de la viruta metálica y caucho reciclados en la elaboración de los adoquines de concreto, influirán en las propiedades físicas del adoquín de concreto.	VARIABLES INDEPENDIENTES		Variación dimensional	(cm)	(wincha)
					Alabeo	(mm)	(wincha)
					Absorción	(%)	Balanza y horno
					Densidad	(kg/m <sup>3</sup> )	(Molde metálico normalizado)
Como influye la adición de la viruta metálica y caucho reciclados en las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto, para su utilización en pavimentos de tránsito ligero en la ciudad de Andahuaylas	Determinar las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto con la incorporación de la viruta metálica y caucho reciclados en la resistencia a la Compresión.	La incorporación de la viruta metálica y caucho reciclados en la elaboración de los adoquines de concreto, influirán en las propiedades mecánicas del adoquín de concreto.		Propiedades mecánicas de los adoquines de concreto con adición del (0%, 5%, 7.5% y 10%)	Compresión en adoquines de concreto (f' b)	(kg/cm <sup>2</sup> )	Prensa hidráulica

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

CUADRO N°9: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021						
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
VARIABLE INDEPENDIENTE:	El caucho reciclado puede ser utilizado en pavimentos y concretos para la construcción de vías y edificaciones. Emplear residuos de caucho tiene importantes ventajas ambientales y económicas, mejoras en el incremento de la resistencia al impacto y la resistencia a la fatiga. Guo, Y. C., Zhang, J. H., Chen, G., Chen, G. M., & Xie, Z. H. (2014). Se podría reciclar más acero, pero debido a su larga vida, permanece en los productos (tales como la construcción), "como en la elaboración de adoquines de concreto". Steel: the surprising recycling champion de Clare Broadbent, Head of Product Sustainability, worldsteel. 19 March 2018.	Determinar las propiedades físicas de los adoquines de concreto con la incorporación de viruta metálica y caucho reciclados; Variación dimensional, alabeo, absorción y densidad.	Dosificación caucho reciclado (0%, 3%, 5% y 7%)	Peso del caucho reciclado en porcentaje del peso del cemento	Razón	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Aplicada.  <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> - Explicativo  <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>  No Experimental  <b>ENFOQUE</b>  Cuantitativo  <b>POBLACIÓN:</b> Producción del concreto de adoquines de concreto del estudio de investigación.
Viruta metálica reciclada			Dosificación Viruta reciclada (0%, 3%, 5% y 7%)	Peso de viruta reciclada en porcentaje del peso del cemento	Razón	
Caucho reciclado			Análisis granulométrico viruta metálica y caucho reciclados.	Tamaño promedio de las partículas.	Razón	
VARIABLES DEPENDIENTES	El R.N.E. Norma CE.010 y la Norma Técnica Peruana N.T.P.339.611 elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Adoquines de concreto, son considerados como Bloques Intertrabados (Adoquines) de concreto de cemento Portland para uso en pavimentos urbanos, que se clasifican en tres tipos, siendo el tema del estudio los adoquines de concreto de tránsito ligero. Adoquines de concreto simple, de forma nominal establecidas por la norma técnica, prefabricada, que cumple con los requisitos de la N.T.P. 399.611.	Determinar las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto con la incorporación de la viruta metálica y caucho reciclados en la resistencia a la Compresión.	Propiedades físicas de los adoquines de concreto con incorporación de viruta metálica y caucho reciclados en (0%, 3%, 5% y 7%)	Variación dimensional	Razón	<b>MUESTRA:</b> Todas las muestras para determinar las propiedades físicas (112 ensayos) y mecánicas de los adoquines de concreto (42 ensayos)  <b>MUESTREO:</b> No estadística, por conveniencia, según Normatividad
Propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto con la incorporación de viruta metálica y caucho reciclados.			Propiedades mecánicas de los adoquines de concreto con incorporación de viruta metálica y caucho reciclados en (0%, 3%, 5% y 7%)	Alabeo  Absorción  Densidad		
						<b>TÉCNICAS</b> Observación.  Análisis de documentos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## ANEXO N° 3:



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

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

---

### INFORME

Del  
A  
Obra

Ubicación  
Asunto  
Expediente N°  
Recibo N°  
Fecha de emisión

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 : RENE ANTONIO REA RUIZ  
 : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRANSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METALICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
 : ANDAHUAYLAS  
 : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
 : 22-0596-1  
 : 77081  
 : 18/04/2022

---

1.0. DE LA MUESTRA  
2.0. DEL EQUIPO  
3.0. MÉTODO DEL ENSAYO  
4.0. RESULTADOS

: Adoquines de concreto Patrón (0%) a siete días, identificados y proporcionados por el solicitante.  
 : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021  
 : Norma de referencia NTP 399.611:2017 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.  
 : Fecha de ensayo 08 de Abril 2022

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1: P(0%)	1846.2	200	100	61	200	39800	199	20.1
M - 2: P(0%)	2017.1	199	100	60	199	38000	191	19.3
M - 3: P(0%)	2088.1	200	100	62	200	39400	197	19.9
PROMEDIO =							195.7	19.7

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

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

  
 Ing. Oscar Miranda Hospinal  
 Jefe (e) del laboratorio

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



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



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



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





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
 Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRANSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METALICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
 Ubicación : ANDAHUAYLAS  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
 Expediente N° : 22-0596-2  
 Recibo N° : 77081  
 Fecha de emisión : 18/04/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto Patrón (0%) a ventiocho días, identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399.611.2017 y NTP 399.604:2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.
- 4.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo 08 de Abril 2022

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1: P(0%)	1850.0	203	100	61	203	56800	280	28.2
M - 2: P(0%)	1940.2	203	100	61	203	64400	317	32.0
M - 3: P(0%)	1967.0	201	102	62	205	62800	306	30.9
PROMEDIO =							301.1	30.4

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

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

  
 Ing. Oskar Miranda Hospinal  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

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



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



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



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





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
 Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRANSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METALICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
 Ubicación : ANDAHUAYLAS  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
 Expediente N° : 22-0596-3  
 Recibo N° : 77081  
 Fecha de emisión : 18/04/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Caucho (3%) a ventiocho días, identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 - Certificado de calibración CMC-049-2021
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.611.2017 y NTP 399.604.2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo 08 de Abril 2022.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 CAUCHO(3%)	1860.0	201	100	61	201	51400	256	25.8
M - 2 CAUCHO(3%)	1853.0	201	99	60	199	56600	284	28.7
M - 3 CAUCHO(3%)	1898.0	200	101	61	202	55200	273	27.6
PROMEDIO =							271.1	27.4

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

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

Ing. Oscar Miranda Hospital  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS**

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



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



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

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





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
 Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRANSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METALICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
 Ubicación : ANDAHUAYLAS  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
 Expediente N° : 22-0596-4  
 Recibo N° : 77081  
 Fecha de emisión : 18/04/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Adoquines de concreto Caucho (5%) a ventiocho días, identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 399 611:2017 y NTP 399 604 2002 Revisados el 2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-09.
- 4.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo 08 de Abril 2022.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 CAUCHO (5%)	1760.0	200	101	60	202	42200	209	21.1
M - 2 CAUCHO (5%)	1790.0	200	102	62	204	46800	229	23.1
M - 3 CAUCHO (5%)	1832.0	201	100	61	201	47200	235	23.7
PROMEDIO =							224.4	22.6

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

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

  
 Ing. Oscar Miranda Hospital  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS**

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



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



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



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





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
 Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRANSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METALICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
 Ubicación : ANDAHUAYLAS  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
 Expediente N° : 22-0596-5  
 Recibo N° : 77081  
 Fecha de emisión : 18/04/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Viruta M. (5%) a ventiocho días, identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399 611 2017 y NTP 399 604 2002 Revisados el 2015  
 Procedimiento interno AT-PR-09
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo 08 de Abril 2022.

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1: VIRUTA M. (5%)	1856.0	200	100	60	200	55300	277	27.9
M - 2: VIRUTA M. (5%)	1848.0	201	100	59	201	54900	273	27.6
M - 3: VIRUTA M. (5%)	1860.0	200	101	60	202	59000	292	29.5
PROMEDIO =							280.6	28.3

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

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

Ing. Oscar Miranda Hospinal  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS**

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



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



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



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





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**

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



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
 Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRANSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METALICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
 Ubicación : ANDAHUAYLAS  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
 Expediente N° : 22-0596-6  
 Recibo N° : 77081  
 Fecha de emisión : 18/04/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Viruta M (7%) a siete días, identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399 611 2017 y NTP 399 604 2002 Revisados el 2015  
 Procedimiento interno AT-PR-09.
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo 08 de Abril 2022

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1- VIRUTA M (7%)	1724.0	200	100	60	200	39200	196	19.8
M - 2- VIRUTA M (7%)	1698.0	200	100	61	200	39900	200	20.1
M - 3- VIRUTA M (7%)	1710.0	200	100	61	200	38400	192	19.4
PROMEDIO =							195.8	19.8

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

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

Ing. Oscar Miranda Hospinal  
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS

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



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



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

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





**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
 Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRANSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METALICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
 Ubicación : ANDAHUAYLAS  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Adoquines de Concreto.  
 Expediente N° : 22-0596-7  
 Recibo N° : 77081  
 Fecha de emisión : 18/04/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Viruta M. (7%) a veintiocho días, identificados y proporcionados por el solicitante
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-049-2021
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399 611 2017 y NTP 399 604 2002 Revisados el 2015  
 Procedimiento interno AT-PR-09.
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo 08 de Abril 2022

MUESTRAS	MASA DE LA MUESTRA (g)	DIMENSIONES (mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)
		LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1 VIRUTA M. (7%)	1989.0	200	100	60	200	62100	311	31.3
M - 2 VIRUTA M. (7%)	1920.0	201	100	59	201	63200	314	31.7
M - 3 VIRUTA M. (7%)	1943.0	200	101	60	202	61400	304	30.7
PROMEDIO =							309.6	31.2

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

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

Ing. Oscar Miranda Hospinal  
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS

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



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

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

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



## INFORME TÉCNICO

De : CONTROL DE LA CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS  
GENERALES  
A : REA RUIZ RENE ANTONIO  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN  
ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL  
INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO,  
ANDAHUAYLAS 2021"  
Ubicación : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
Fecha de emisión : 20/03/2022

### 1.0 DE LOS MATERIALES

#### 1.1 Cemento:

Se utilizó cemento ANDINO Tipo V, proporcionado por el solicitante.

#### 1.2 Agregado Fino:

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

#### 1.3 Agregado Grueso:

Consistente en una Muestra de CONFITILLO procedente de la cantera HUACHIPA,  
en LIMA.  
Las características se indican en el ANEXO 2.

#### 1.4 Combinación de Agregados:

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

#### 1.5 Agua:

Se uso agua potable, procedente de la red pública.



Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

#### NOTAS

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

INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 71019

2.0 DISEÑO DE MEZCLA FINAL (  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO ANDINO Tipo V

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	$f'c = 280$	Kg/cm <sup>2</sup>	
Asentamiento	0" - 1"		
Relación a/c de diseño	0.43		
Relación a/c de obra	0.39		
Proporciones de diseño	1	3.22	0.45
Proporciones de obra	1	3.31	0.45

2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO

CEMENTO ANDINO Tipo V	453	Kg
ARENA GRUESA	1461	Kg
CONFITILLO	204	Kg
AGUA de RED PUBLICA	195	L

2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA

CEMENTO ANDINO Tipo V	453	Kg
ARENA GRUESA	1502	Kg
CONFITILLO	206	Kg
AGUA de RED PUBLICA	176	L

2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

CEMENTO ANDINO Tipo V	42.50	Kg
ARENA GRUESA	140.72	Kg
CONFITILLO	19.28	Kg
AGUA de RED PUBLICA	16.48	L

2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

	CEMENTO ANDINO Tipo V	ARENA GRUESA	CONFITILLO
Proporciones	1	3.22	0.49
Agua	16.48	L/bolsa	

3.0 OBSERVACIONES:

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

Técnico : Sr. R.V.M.



Ing. Rolando Antonio V.  
CONTROL DE CALIDAD

NOTAS:

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

ROLANDO ANTONIO  
VILLEGAS MARTINEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 71019

## ANEXO 1

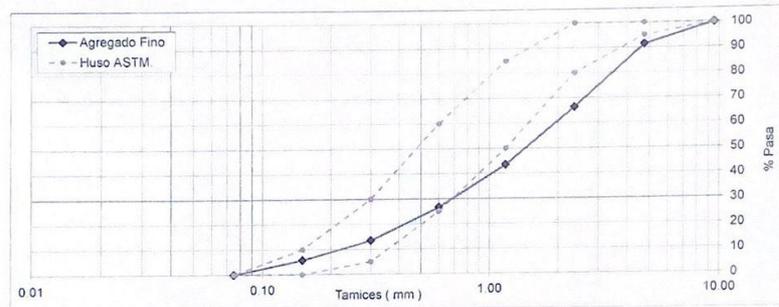
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO :

Consiste en una Muestra de ARENA GRUESA procedente de la cantera HUACHIPA.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	8.6	8.6	91.4	95 - 100
N°8	2.36	25.0	33.6	66.4	80 - 100
N°16	1.18	22.9	56.5	43.5	50 - 85
N°30	0.60	16.9	73.3	26.7	25 - 60
N°50	0.30	13.2	86.5	13.5	5 - 30
N°100	0.15	7.7	94.2	5.8	0 - 10
FONDO		5.8	100.0	0.0	

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	3.53
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1544
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1748
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.62
Contenido de Humedad (%)	2.76
Porcentaje de Absorción (%)	1.42

#### 2. OBSERVACIONES:

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

Técnico (s) : Sr. R.V.M.

#### NOTAS:

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

*[Firma manuscrita]*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 74777

## ANEXO 2

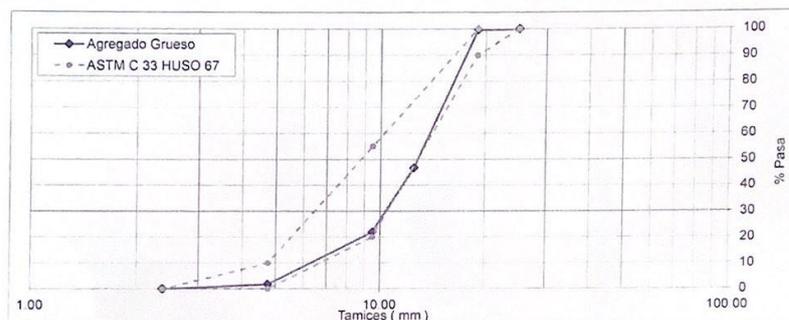
### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO :

Consiste en una Muestra de CONFITILLO procedente de la cantera HUACHIPA.

#### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C 33 HUSO 67
(Pulg)	(mm)				
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.3	0.3	99.7	90 - 100
1/2"	12.50	53.0	53.3	46.7	-
3/8"	9.50	24.7	78.0	22.0	20 - 55
N°4	4.75	20.2	98.2	1.8	0 - 10
FONDO		0.0	100.0	0.0	

#### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



#### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza	6.77
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1397
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1571
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.68
Contenido de Humedad (%)	0.79
Porcentaje de Absorción (%)	1.00

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

Técnico (s) : Sr. R.V.M.

#### NOTAS:

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

*[Firma manuscrita]*  
RODOLFO VILLALBA  
INGENIERO EN CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN

### ANEXO 3

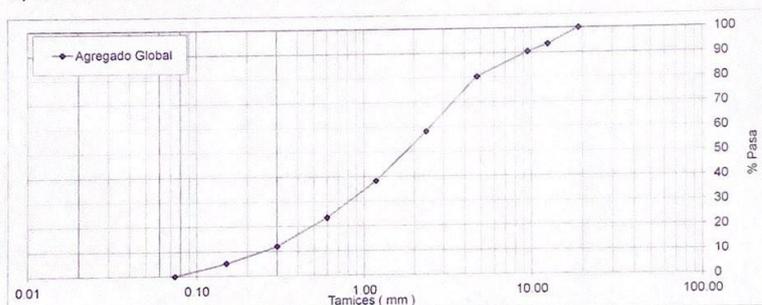
#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Consiste en una combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera HUACHIPA y CONFILLO procedente de la cantera HUACHIPA.

##### A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(Pulg)	(mm)			
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	6.5	6.5	93.5
3/8"	9.50	3.0	9.6	90.4
N°4	4.75	10.1	19.6	80.4
N°8	2.36	22.2	41.8	58.2
N°16	1.18	20.0	61.8	38.2
N°30	0.60	14.8	76.6	23.4
N°50	0.30	11.6	88.2	11.8
N°100	0.15	6.8	94.9	5.1
FONDO		5.1	100.0	0.0

##### B) CURVA DE GRANULOMETRÍA



##### C) PROPIEDADES FÍSICAS

Tamaño Nominal Máximo	1/2"
Módulo de Fineza	3.93
% Agregado Grueso	12.26
% Agregado Fino	87.74

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

Técnico (s) : Sr. R.V.M.

##### NOTAS:

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

*[Firma manuscrita]*  
**ING. JUAN CARLOS**  
**INGENIERO CIVIL**  
 No. 123456789

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Tesis de Investigación : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de dimensionamiento en adoquines de concreto  
Fecha de entrega : 10/03/2022

1.0. DE LA MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón(0%), identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. INSTRUMENTO : Regla metálica

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Procedimiento de ensayo, referencia norma técnica NTP 399 604.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 - P(0%)	200.0	100.0	59.5
M2 - P(0%)	200.0	99.8	60.0
M3 - P(0%)	200.0	99.5	59.8
M4 - P(0%)	200.0	100.3	60.0
M5 - P(0%)	200.0	99.8	59.5
PROMEDIO =	200.0	99.9	59.8

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

Técnico : Sr. R. J. V.

Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

RENE ANTONIO REA RUIZ  
INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD  
Reg. CIP N° 10119

NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de Alabeo en Adoquines de Arcilla Cocida.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 13/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón(0%), identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo 13 de Febrero del 2022

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M 1 - P(0%)	0.3
M 2 - P(0%)	0.3
M 3 - P(0%)	0.0
M 4 - P(0%)	0.3
M 5 - P(0%)	0.0
PROMEDIO =	0.2

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

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

  
Ing. Rolando Antonio Villegas Martínez

Ingeniero de Control de Calidad

### NOTAS:

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

ROLANDO ANTONIO VILLEGAS MARTÍNEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 71019

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO  
PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO  
RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Absorción y Densidad en Adoquines Concreto.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 12/02/2022

1.0. DE LAS MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón(0%), identificados y proporcionados por el solicitante

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399 604.2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-02

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo 12 de febrero del 2022

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M 1 - P(0%)	6.8	1.9
M 2 - P(0%)	6.3	2.0
M 3 - P(0%)	6.5	2.0
M 4 - P(0%)	6.2	2.0
M 5 - P(0%)	6.3	1.9
PROMEDIO =	6.4	1.9

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

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

  
Ing. Rolando Antonio  
Ingeniero de Control de Calidad

ROLANDO ANTONIO  
WILLY COMARTINEZ  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP Nº 71019

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Tesis de Investigación : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de dimensionamiento en adoquines de concreto  
Fecha de entrega : 10/03/2022

- 1.0. DE LA MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(3%), identificados y proporcionados por el solicitante
- 2.0. INSTRUMENTO : Regla metálica
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Procedimiento de ensayo, referencia norma técnica NTP 399.604.
- 4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 - CAUCHO(3%)	200.3	100.0	59.5
M2 - CAUCHO(3%)	199.8	99.8	59.5
M3 - CAUCHO(3%)	200.0	99.8	59.8
M4 - CAUCHO(3%)	200.0	100.3	59.8
M5 - CAUCHO(3%)	200.0	99.8	59.8
PROMEDIO =	200.0	99.9	59.7

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

Técnico : Sr. R.J.V.

  
Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

A : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Absorción y Densidad en Adoquines Concreto.  
Fecha de entrega : 12/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(3%), identificados y proporcionados por el solicitante.

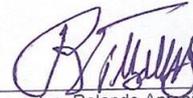
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604.2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M1 - CAUCHO 3%	4.5	2.1
M2 - CAUCHO 3%	4.2	2.1
M3 - CAUCHO 3%	4.8	2.0
M4 - CAUCHO 3%	4.5	2.0
M5 - CAUCHO 3%	5.0	2.0
PROMEDIO =	4.6	2.0

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

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



Ing. Rolando Antonio  
Ingeniero de Control de Calidad

ROLANDO ANTONIO  
VILLEGAS MARTÍNEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP No 71219

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

A : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO -  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de Alabeo en Adoquines de Arcilla Cocida.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 13/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(3%), identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613.2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1 - CAUCHO 3%	0.2
M2 - CAUCHO 3%	0.0
M3 - CAUCHO 3%	0.2
M4 - CAUCHO 3%	0.0
M5 - CAUCHO 3%	0.2
PROMEDIO *	0.1

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

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

  
Ing. Rolando Antonio  
Villegas M.  
Ingeniero de Construcción  
Ingeniero Civil  
R. No. 21410

NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Tesis de Investigación : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de dimensionamiento en adoquines de concreto  
Fecha de entrega : 10/03/2022

- 1.0. DE LA MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(5%), identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. INSTRUMENTO : Regla metálica
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Procedimiento de ensayo, referencia norma técnica NTP 399.604.
- 4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 - CAUCHO(5%)	200.3	99.8	60.0
M2 - CAUCHO(5%)	200.0	99.8	60.0
M3 - CAUCHO(5%)	199.8	99.8	59.5
M4 - CAUCHO(5%)	200.0	100.0	59.3
M5 - CAUCHO(5%)	200.0	100.0	59.5
PROMEDIO =	200.0	99.9	59.7

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

Técnico : Sr. R.J.V.

Ing. Rolando Antonio Villegas  
Ingeniero de Control de Calidad

NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

A : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Ubicación : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Absorción y Densidad en Adoquines de Concreto.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de emisión : 21/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(5%), identificados y proporcionados por el solicitante.

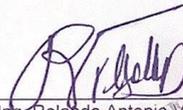
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo del 21 de febrero del 2022

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M1 : CAUCHO (5%)	6.3	1.9
M2 : CAUCHO (5%)	4.8	2.1
M3 : CAUCHO (5%)	6.4	1.9
M4 : CAUCHO (5%)	5.6	2.0
M5 : CAUCHO (5%)	5.3	2.0
PROMEDIO =	5.7	2.0

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

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

  
Ing. Rolando Antonio  
Ingeniero de Control de Calidad

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

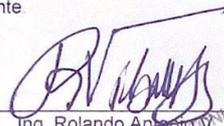
A : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO -  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Alabeo en Adoquines de Arcilla Cocida.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de emisión : 22/02/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(5%), identificados y proporcionados por el solicitante
- 2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613.2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.
- 3.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo el 22 de Febrero del 2022

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1 : CAUCHO (5%)	0.0
M2 : CAUCHO (5%)	0.1
M3 : CAUCHO (5%)	0.2
M4 : CAUCHO (5%)	0.0
M5 : CAUCHO (5%)	0.0
PROMEDIO =	0.1

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

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

  
Ing. Rolando Antonio Villegas Martínez  
Ingeniero de Control de Calidad

### NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Tesis de Investigación : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de dimensionamiento en adoquines de concreto  
Fecha de entrega : 10/03/2022

1.0. DE LA MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(7%), identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. INSTRUMENTO : Regla metálica

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Procedimiento de ensayo, referencia norma técnica NTP 399 604.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 - CAUCHO(7%)	199.8	100.0	60.0
M2 - CAUCHO(7%)	200.0	99.8	60.0
M3 - CAUCHO(7%)	199.8	99.8	59.8
M4 - CAUCHO(7%)	199.5	100.0	59.5
M5 - CAUCHO(7%)	200.0	99.8	59.8
PROMEDIO =	199.8	99.9	59.8

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

Técnico : Sr. R.J.V.

  
Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

A : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Absorción y Densidad en Adoquines de Arcilla Cocida.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 10/03/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(7%), identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604.2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M1 - CAUCHO(7%)	7.4	1.9
M2 - CAUCHO(7%)	7.9	1.8
M3 - CAUCHO(7%)	7.7	1.8
M4 - CAUCHO(7%)	7.0	1.9
M5 - CAUCHO(7%)	7.1	1.9
PROMEDIO =	7.4	1.9

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

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



Ing. Rolando Antonio Rea Ruiz  
Ingeniero de Control de Calidad

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO -  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Alabeo en Adoquines de Arcilla Cocida.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 10/03/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Caucho(7%), identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399 613.2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1 - CAUCHO(7%)	1
M2 - CAUCHO(7%)	0
M3 - CAUCHO(7%)	0
M4 - CAUCHO(7%)	1
M5 - CAUCHO(7%)	1
PROMEDIO =	0.9

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

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

  
Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Tesis de Investigación : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de dimensionamiento en adoquines de concreto  
Fecha de entrega : 10/03/2022

- 1.0. DE LA MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M (3%), identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. INSTRUMENTO : Regla metálica
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Procedimiento de ensayo, referencia norma técnica NTP 399.604.
- 4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 -VIRUTA M (3%)	199.8	99.8	59.8
M2 -VIRUTA M (3%)	199.8	99.8	59.8
M3 -VIRUTA M (3%)	199.8	99.8	59.3
M4 -VIRUTA M (3%)	200.0	99.8	59.5
M5 -VIRUTA M (3%)	200.0	99.3	60.0
PROMEDIO =	199.9	99.7	59.7

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

Técnico Sr. R.J.V.

  
Ing. Rolando Antonio Vozni  
Ingeniero de Control de Calidad  
ROLANDO ANTONIO VOZNI  
INGENIERO CIVIL

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

A  
Obra : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Absorción y Densidad en Adoquines de Arcilla Cocida.  
Expediente N° : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de emisión : 13/03/2022

- 1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M (3%),  
identificados y proporcionados por el solicitante
- 2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-02.
- 3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M1 -VIRUTA M. (3%)	8.3	1.9
M2 -VIRUTA M. (3%)	7.9	1.9
M3-VIRUTA M. (3%)	8.0	1.9
M4 -VIRUTA M. (3%)	8.4	1.8
M5 -VIRUTA M. (3%)	8.3	1.8
PROMEDIO =	8.2	1.9

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

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

  
Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

ROLANDO ANTONIO  
VILLEGAS MARTINEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 71010

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

## INFORME DE LABORATORIO

A : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO -  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Alabeo en Adoquines de Arcilla Cocida.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 17/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M. (3%),  
identificados y proporcionados por el solicitante

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399 613:2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1 -VIRUTA M. (3%)	0.2
M2 -VIRUTA M. (3%)	0.2
M3 -VIRUTA M. (3%)	0.1
M4 -VIRUTA M. (3%)	0.0
M5 -VIRUTA M. (3%)	0.0
PROMEDIO =	0.1

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

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

  
Ing. Rolando Antonio V.

Ingeniero de Control de Calidad

NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

A  
Obra : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Absorción y Densidad en Adoquines de Concreto.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 25/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M.(5%),  
identificados y proporcionados por el solicitante.

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

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M - 1 : VIRUTA M. (5%)	4.8	2.0
M - 2 : VIRUTA M. (5%)	5.0	2.2
M - 3 : VIRUTA M. (5%)	5.0	2.1
M - 4 : VIRUTA M. (5%)	5.0	2.0
M - 5 : VIRUTA M. (5%)	5.2	2.1
PROMEDIO =	5.0	2.1

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

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

  
Ing. Rolando Antonio Villegas M.  
Ingeniero de Control de Calidad

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

A  
Obra : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO -  
: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Alabeo en Adoquines de Arcilla Cocida.  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 31/05/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M. (5%),  
identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613.2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M - 1 - VIRUTA M (5%)	0.1
M - 2 - VIRUTA M (5%)	0.3
M - 3 - VIRUTA M (5%)	0.2
M - 4 - VIRUTA M (5%)	0.1
M - 5 - VIRUTA M (5%)	0.1
PROMEDIO =	0.2

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

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



Ing. Rolando Antonio  
Ingeniero de Control de Calidad

### NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Tesis de Investigación : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de dimensionamiento en adoquines de concreto  
Fecha de entrega : 10/03/2022

- 1.0. DE LA MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M.(5%), identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. INSTRUMENTO : Regla metálica
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Procedimiento de ensayo, referencia norma técnica NTP 399.604.
- 4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.8	59.8
M2 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.8	59.8
M3 -VIRUTA M. (5%)	199.8	99.8	59.3
M4 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.8	59.8
M5 -VIRUTA M. (5%)	200.0	99.5	60.0
PROMEDIO =	200.0	99.7	59.7

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

Técnico : Sr. R.J.V.

  
Ing. Rolando Antonio  
Ingeniero de Control de Calidad

ROLANDO ANTONIO  
MILEGAS MARTINEZ  
INGENIERO CIVIL

### NOTAS

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

## INFORME DE LABORATORIO

De : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
A : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Tesis de Investigación : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Asunto : Ensayo de dimensionamiento en adoquines de concreto  
Fecha de entrega : 10/03/2022

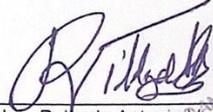
- 1.0. DE LA MUESTRAS : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M.(7%), identificados y proporcionados por el solicitante.
- 2.0. INSTRUMENTO : Regla metálica
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Procedimiento de ensayo, referencia norma técnica NTP 399 604.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	DIMENSIONES (mm)		
	LARGO	ANCHO	ALTO
M1 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.8	59.8
M2 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.8	59.8
M3 -VIRUTA M. (7%)	199.8	99.8	59.3
M4 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.8	59.8
M5 -VIRUTA M. (7%)	200.0	99.5	60.0
PROMEDIO =	200.0	99.7	59.7

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

Técnico : Sr. R.J.V.

  
Ing. Rolando Antonio Villeda  
Ingeniero de Control de Calidad

ROLANDO ANTONIO  
VILLEDA MARTINEZ  
INGENIERO CIVIL  
199. CIP No 71019

NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

A  
Obra : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO - SERVICIOS GENERALES  
: "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
CAUCHO RECICLADO, ANDAHUAYLAS 2021"

Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Absorción y Densidad en Adoquines de Concreto.  
A : RENÉ ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 20/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M.(7%),  
identificados y proporcionados por el solicitante.

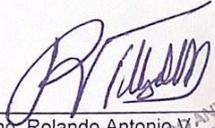
2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.604:2002 Revisada el 2015.  
Procedimiento interno AT-PR-02.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ABSORCIÓN (%)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )
M1 -VIRUTA M. (7%)	4.0	2.1
M2 -VIRUTA M. (7%)	4.3	2.0
M3 -VIRUTA M. (7%)	4.2	2.1
M4 -VIRUTA M. (7%)	4.0	2.1
M5 -VIRUTA M. (7%)	4.3	2.0
PROMEDIO =	4.2	2.1

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

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

  
Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

NOTAS:

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

## INFORME DE LABORATORIO

A : CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO -  
Obra : "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN ADOQUINES DE  
CONCRETO PARA TRÁNSITO PEATONAL INCORPORANDO VIRUTA METÁLICA Y  
Lugar : ANDAHUAYLAS  
Ensayo : Ensayo de Alabeo y Densidad en Adoquines de Concreto.  
Expediente N° : RENE ANTONIO REA RUIZ  
Fecha de entrega : 22/02/2022

1.0. DE LA MUESTRA : Adoquines de concreto Patrón adicionando Viruta metálica denominado, Viruta M.(7%),  
identificados y proporcionados por el solicitante.

2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.613.2017.  
Procedimiento interno AT-PR-05.

3.0. RESULTADOS :

MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)
M1 -VIRUTA M. (7%)	0.1
M2 -VIRUTA M. (7%)	0.1
M3 -VIRUTA M. (7%)	0.0
M4 -VIRUTA M. (7%)	0.1
M5 -VIRUTA M. (7%)	0.2
PROMEDIO =	0.1

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

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



Ing. Rolando Antonio V.  
Ingeniero de Control de Calidad

NOTAS:

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