



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis de las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Sánchez Gamboa, Michael Jesús (ORCID: 0000-0001-9735-7943)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Córdova Salcedo, Felimón Domingo (ORCID: 0000-0003-0338-5156)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi familia por su apoyo total en las diversas etapas de mi desarrollo académico. A mi mamá María angélica Gamboa Espino, por su apoyo incondicional en todo momento. A mi abuelito Juan Francisco Gamboa Marín, que a pesar de su ausencia siempre estuvo presente en mí y me dio la fuerzas para vencer las adversidades.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme un día más de vida para seguir luchando por conseguir mis objetivos y sueños. A mí querida familia por sus consejos y palabras de aliento en momentos de flaqueza. A mis maestros y amigos por formar parte de mi formación académica y profesional.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Michael Jesús Sánchez Gamboa con DNI N° 71667169, a fin de cumplir con las disposiciones vigentes en el reglamento de grados y título de la Universidad César Vallejo, facultad de ingeniería, escuela académico profesional de ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la documentación presentada es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento que:

1. Los datos e información contenida en el presente Desarrollo de proyecto de investigación son auténticos y verídicos.
2. Se ha respetado las normas internacionales plasmando las citas y referencias de las fuentes consultadas.

Por lo tanto, si se pudiese encontrar cualquier ocultamiento, falsedad y omisión de información aportada, me someto y asumo la responsabilidad de mi accionar de acuerdo a las normativas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de Julio 2019



.....  
Michael Jesús Sánchez Gamboa

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	29
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	30
2.2. Operacionalización de variables.....	31
2.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	32
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	33
2.5. Procedimiento.....	33
2.6. Método de análisis de datos.....	55
2.7. Aspectos éticos.....	55
III. RESULTADOS.....	56
IV. DISCUSIÓN.....	85
V. CONCLUSIONES.....	89
VI. RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS.....	103

## RESUMEN

La presente investigación, titulado “Análisis de las propiedades físicas – mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, lima 2019”. Tiene como objetivo principal analizar la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas- mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para su aplicación en un pavimento de tránsito vehicular liviano, las cuales están sujetas a las especificaciones de la NTP 399.611 y 399.604. Para lo cual, se elaboró diversos ensayos como el control de la calidad de los agregados, el diseño de mezcla del concreto fue determinado por pesos unitarios combinados compactados para obtener la óptima proporción de agregados, para el diseño de mezcla del asfalto se realizó el diseño Marshall para obtener un óptimo de cemento asfáltico y agregados que cumplan los parámetros óptimos requeridos. Posteriormente, se procedió a elaborar los adoquines vibro compactados de concreto y asfalto con adición de caucho en porcentajes de 5%,10% y 15. Por último, a los adoquines elaborados se les determinó la resistencia a la compresión y flexión, así como la densidad, absorción y porcentaje de vacíos.

En conclusión, los resultados obtenidos muestran que la resistencia a la flexión y compresión del adoquín de concreto adicionado en porcentajes de 5%, 10% y 15% disminuyen considerablemente, esto debido a la poca adherencia que existe el caucho con la mezcla de concreto. Por lo cual, aumenta el porcentaje de vacíos repercutiendo considerablemente en la baja resistencia a la compresión y flexión no cumpliendo con los requerimientos especificados de la norma técnica peruana, excepto la muestra de adoquín patrón y el adicionado con el 5%, ya que estas si están dentro de los parámetros de la normativa. En cuanto a los adoquines elaborados con asfalto debido a su propia naturaleza y composición no cumplen con la norma al obtenerse resultados de sus resistencias mecánicas por muy debajo de las requeridas. Por último, de acuerdo al análisis del costo realizado se demuestra que a medida se aumente el caucho en los porcentajes mencionados elevan significativamente los costos de las mezclas de concreto y asfalto haciéndolas económicamente no muy rentables.

**Palabras claves:** Propiedades físicas-mecánicas, adoquines de concreto y asfalto.

## ABSTRACT

This research entitled "Analysis of the physical – mechanical properties of concrete cobblestone and asphalt blocks with recycled tyre material for light traffic pavement, lime 2019". Its main objective is to analyze the influence of recycled tyre material on the physical-mechanical properties of concrete cobble ship and asphalt blocks for application on a light vehicle transit pavement, which are subject to the specifications of NTP 399.611 and 399.604. For this, various tests were developed such as the quality control of the aggregates, the concrete mixing design was determined by compacted combined unit weights to obtain the optimal aggregate ratio, for the asphalt mixing design was Marshall design to obtain optimal asphaltic cement and aggregates that meet the required optimal parameters. Subsequently, the compacted concrete and asphalt vibro cobblestones were developed with the addition of rubber in percentages of 5%.10% and 15. Finally, the processed cobblestones were determined to have the resistance to compression and bending, as well as the density, absorption and percentage of voids.

In conclusion, the results obtained show that the bending and compression resistance of the concrete cobblestone added in percentages of 5%, 10% and 15% decrease considerably, this due to the low adhesion that the rubber exists with the concrete mixture. Therefore, it increases the percentage of voids having a significant impact on the low resistance to compression and bending without meeting the specified requirements of the Peruvian technical standard, except the sample of cobblestone pattern and the addition with 5%, already that these are within the parameters of the regulations. As for the cobblestones made with asphalt due to their own nature and composition do not meet the standard when results of their mechanical resistances are obtained well below those required. Finally, according to the cost analysis carried out, it is shown that as the rubber increases in the percentages mentioned above, significantly raising the costs of concrete and asphalt mixtures by making them economically not very profitable.

**Keywords:** Physical-mechanical properties, concrete cobblestones and asphalt.



## **I. INTRODUCCIÓN**

## **Realidad problemática**

A medida que transcurre el tiempo la aparición de nuevas soluciones a diversos problemas se hace cada vez más amplia; más aún con el paso vertiginoso con lo que avanza la ciencia y la tecnología que hace que una misma situación sea resuelta con una facilidad inimaginable. Y uno de estos es el caso del aprovechamiento de materiales reutilizables para la construcción civil presentes en nuestro medio ambiente. Esto es el caso de los pavimentos adoquinados añadidos con residuos provenientes del neumático. Elemento que por su demanda creciente en estos últimos años del parque automotor está generando su fabricación indiscriminada y que a su vez su destino incierto en lugares vulnerables está poniendo en grave riesgo al ecosistema. Según, la REVISTA Reciclaje Verde (2012) menciona que:

La creciente fabricación de neumáticos a lo largo del tiempo está generando graves problemas al medio ambiente. Esto debido a que para su elaboración se utiliza grandes cantidades de energía (solamente para fabricar un neumático de un camión se necesita medio barril de petróleo crudo), a su vez su interacción con el fuego genera grandes agentes contaminantes a la atmosfera y a eso se suma la deficiente gestión que se hace generando que su destino sea incierto constituyendo un gran peligro para el ecosistema. Y de los muchos ejemplos de esta problemática alrededor del mundo es de España donde cada año se genera 250000 toneladas de neumáticos usados de las cuales solo el 45% de estos son tratados en vertederos tratados. (párr.1-2.)

Como se puede apreciar, el elevado volumen de descarte solo en aquel país es muy elevado y el reciclaje que se realiza todavía es insuficiente. Además, si se mencionase de los demás países del primer mundo como Japón (El primer productor de neumáticos en el mundo), Francia, Alemania, Italia, Corea del Sur, etcétera. La producción es exorbitante y más aún las dificultades que se tiene al momento de hacerlos desaparecer una vez usados, constituye una verdadera crisis medioambiental en todo el mundo.

El Perú no está alejado de esta problemática, ya que en a lo largo del tiempo el pésimo manejo de los neumáticos usados ha estado atentando contra la mega diversidad natural que se posee y a la vez a la generación de enfermedades. Tal como lo menciona La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (2008), citado por Magallanes & Guillen (2014) “El pésimo manejo que se realiza con los neumáticos genera fuentes de hábitat ideal para la proliferación de los mosquitos (*Aedes aegypti*)” y zancudos, lo cual constituyen los principales agentes para la aparición del dengue en el país”.

Como se menciona muchos de los neumáticos que acaban su vida útil son desechados en cualquier parte sin importar las consecuencias ambientales que puede causar en el medio. Tal como es la generación de enfermedades, ya que los neumáticos por ser un material muy duradero les sirve como habitat para insectos transmisores de patógenos algunos de ellas mortales para la salud.

A nivel local la falta de políticas ambientales y el mal manejo que se realizan a las llantas usadas en la capital generan un grave riesgo a la población y al medio ambiente. Según la Agencia de Noticias Andina, en una entrevista realizada a una especialista del Ministerio de Salud manifiesta que:

Las llantas están hechas de caucho, un material que proviene del petróleo, es decir un hidrocarburo compuesto de diversas sustancias químicas orgánicas. Al quemarse, emana, dióxido de carbono, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Los tres gases son causantes de irritaciones, actúan al nivel de los pulmones, las vías respiratorias y la mucosa externa. Por lo cual, pone en grave riesgo la salud de la población. (2018, párr. 4).

La informalidad y el inadecuado almacenamiento del neumático usado conllevan a que se generen situaciones de un alto grado de riesgo. Por ende, es de gran importancia elaborar un manual sobre los procedimientos correctos para la disposición de los neumáticos en desuso (Revista boliviana, 2015, párr. 2).

El desarrollo de técnicas y procesos novedosos de construcción para pavimentos adoquinados esta orientados a la reducción en los costos. Por ejemplo: en el mantenimiento e instalación de líneas de gas, redes de agua y desagüe, etc. donde reduce notablemente el costo de reparación del pavimento. Por ende, la búsqueda planteada en esta investigación es determinar las propiedades físicas - mecánicas del adoquín adicionado con caucho de concreto y asfalto las cuales son: adoquín adicionado con caucho granulado de neumático en mezcla de concreto y asfalto en caliente.

El caucho que se obtiene del reciclado de neumáticos usados como componente para adoquines de concreto y asfalto es interesante desde un enfoque ambiental. Sin embargo, el principal objetivo que se busca en la reutilización de las llantas desechadas es el aprovechamiento de sus componentes para la mejora de las características físicas y mecánicas de un elemento estructural, en este caso del adoquín de concreto y asfalto.

## Trabajos previos

La búsqueda de nuevas alternativas de solución con respecto a la contaminación ambiental, ha hecho que se tomen acciones mediante la reutilización de residuos usados en este caso los neumáticos y que estas sean destinadas a la conformación de pavimentos. La cual, dicha tecnología ha sido utilizada a lo largo del tiempo en diversas partes del mundo. La existencia de un variado material bibliográfico sobre el tema permitió a que se investiguen detenidamente y se adapten según la tecnología presente en el medio. Para lo cual, se presenta fuentes de información relacionadas al estudio.

## Antecedentes

### A nivel internacional

Armijos (2011) en su presente tesis titulado **“Estudio del diseño estructural y constructivo de pavimentos articulados en base a bloques de asfalto”**. Tiene como **objetivo** evaluar las propiedades tanto mecánicas y estructurales de un pavimento articulado a base de bloques de asfalto en caliente y frío. Se **concluyó** que la mezcla de emulsión asfáltica CSS-1h añadida con cenizas volantes FBC al 10% en relación al peso, tienen similares propiedades mecánicas para la elaboración de adoquines respecto a la mezcla en caliente, esto en base a los resultado que se obtuvieron de resistencia, retenida, modulo, estabilidad, fluencia y resistencia a la tracción indirecta.

Cuzco (2015) en su presente tesis **“Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas entre el Adoquín Convencional y el Adoquín de Caucho”**. Tiene como **objetivo** principal Analizar las propiedades mecánicas del adoquín sin adición de caucho reciclado obtenida mediante la trituración respecto con otras adicionadas. Se **concluye** que la resistencia a la compresión del adoquín adicionado con caucho es mayor con un 69.68 Mpa en relación al adoquín patrón que tiene una resistencia común de 52.85 Mpa, respecto a la resistencia a la flexión el adoquín patrón obtuvo un valor del 6.76Mpa mayor en relación al del caucho de un 4.81 Mpa, sin embargo los dos están dentro de los parámetros del 4.2 Mpa que establece la norma colombiana INCOTEC.

Yugsi (2018) en su presente tesis **“Análisis de las propiedades mecánicas de adoquines elaborados con hormigón y polvillo de caucho de neumáticos reciclados y su correlación con adoquines convencionales”**. Tiene como **objetivo** principal analizar las propiedades mecánicas de adoquín elaborado con hormigón convencional y polvillo de caucho reciclado como sustituto parcial al agregado fino, comparándolas con los adoquines convencionales, en base a la norma NTE INEN 3040. Llegando a la **conclusión** de que las

propiedades mecánicas de adoquines elaborados con hormigón y porcentajes de polvillos de caucho de reciclado tienden a no mejorar debido a que se presenta demasiada porosidad y poca adherencia. Sin embargo, existen porcentajes óptimos como (8% y 12%) que cumplen con la norma vigente NTE INEN 3040 (2015), siendo un gran beneficio con el medio ambiente ya que permitiría reducir casi 2000 llantas en 1km de pavimento a base de adoquines. Así mismo,

#### **A nivel nacional**

Edezma y Yauri (2018) en su presente tesis **“Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica”**. Plantea como **objetivo** evaluar el efecto del neumático reciclado añadido en porcentajes del 25%,35% y 40% en la propiedad mecánica del adoquín a base de concreto. Se **concluyó** que existe un descenso significativo en la resistencia a la compresión del adoquinado compuesto por el polvo de la llanta, debido al incremento de la porosidad que se genera en la mezcla de concreto. Además, la adición del polvo de neumático en un 25% en la mezcla presenta valores similares al concreto convencional, esto debido a que las partículas pequeñas ocupan los espacios dejados por las partículas grandes del neumático, disminuyendo de esta manera la porosidad.

Lopez y Pinedo (2015) en su tesis titulada **“Mejoramiento de las características Físico Mecánicas de Adoquines de cemento para pavimentación, Adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación – Nuevo Chimbote – 2015”**. Tiene como **objetivo** principal es realizar un mejoramiento de las características físico-mecánicas de los adoquines a base de concreto mediante la adición de escoria de horno eléctrico. Llegando a **concluir** que la incorporación de escoria de horno eléctrico en reemplazo del cemento mejora las características físico-mecánicas de los adoquines en un 31.25% respecto a la resistencia de diseño patrón. Además, respecto al análisis de costos se obtuvo que el adoquín adicionado con caucho tiene costo mayor en relación a los convencionales, esto debido al costo de adquisición de la materia prima.

Fajardo y Vergaray (2014) en su tesis titulada **“Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas”**. Tiene como **objetivo** analizar y mejorar la propiedad mecánica de la mezcla asfáltica con la adicción de polvo de neumático mediante el proceso de modificación seca. Se llegó a la **conclusión** de que el costo en la modificación por vía húmeda del asfalto con polvo de neumático es elevado a comparación de la vía seca ya que esta se maneja como un agregado

grueso. Además, la mezcla asfáltica modificada con caucho por la vía seca disminuye notablemente el contenido de vacíos de aire y vacíos en el agregado. Así mismo también el costo unitario de la mezcla asfáltica mejorada con caucho es mayor que una convencional aproximadamente en un 9% cuando esta utiliza 1% de polvo de neumático.

### **Teoría relacionada al tema**

La búsqueda en la utilización de adoquines modificados con diversos materiales en nuestro medio tales como: Plásticos, vidrios, polímeros, cenizas volantes, polvo de neumático, etcétera. Ha sido con el fin de mejorar las propiedades mecánicas, y a la vez aprovechar las características de estos residuos. Así mismo, para poder lograr resultados óptimos en su resistencia a las deformaciones producto del tránsito y factores climáticos.

El objetivo del uso de polvo de neumático en adoquines de concreto y asfalto es mejorar sus propiedades mecánicas principalmente la rigidez y la resistencia (A las fallas por fatiga, ahuellamiento, susceptibilidad térmica, etc.). Según Rondón y Reyes (2015) manifiestan que: “La adición de polímeros en la mezcla asfáltica modifica sus propiedades físicas, mecánicas, reológicas y químicas. Por ende, su uso pretende mejorar su comportamiento frente a diversas condiciones de cargas y de medio ambiente” (p. 346)

### **Adoquines de concreto**

Los adoquines elaborados de concreto son piezas paralelepípedos prefabricada en diversas formas y colores para la conformación de pavimentos para el uso peatonal y paso de vehículos. Según el Instituto del Cemento y Concreto de Guatemala (2014) afirma que: “El adoquín de concreto es un elemento compacto, prefabricado, con diversas formas, que permite la conformación del pavimento articulado” (p.4).

### **Pavimento de adoquines**

Un pavimento de adoquines es una estructura semirrígida compuesta por elementos uniformes colocados en yuxtaposición. La cual, debido al contacto lateral con el material fino en las juntas, permite que se consiga una transferencia uniforme de las cargas en todo los elementos haciendo que estas trabajen en conjunto disminuyendo la posibilidad de un desmontaje individual.

Así mismo, según la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos (2010) menciona que:

El pavimento adoquinado de concreto es aquel que está constituido como base de agregado granular, cama de arena para soporte, los adoquines, la arena para sello de las juntas, los soportes laterales y por consiguiente el drenaje. Se construyen a fin que estas reciban el peso

de los peatones y vehículos; posteriormente lo transmitan a los adoquines a través de la arena de sello presentes en las juntas. (p.70).

A continuación se presenta los componentes para la conformación del pavimento adoquinado, el cual está enfocado en la fabricación de adoquines adicionado con polvo de neumático en la mezcla de concreto y asfalto en caliente. Los cuales pasaran a estar colocados en las diversas capas que conforman el pavimento.

### **Subrasante**

En la conformación de la sub rasante se considerara apto suelos con CBR (ensayo California Bearing Ratio) iguales o mayores al 6%. Ya en caso de ser menor se procederá a la estabilización del suelo mediante diversos procedimientos, tales como la estabilización química, mecánica, en todo caso el reemplazo del suelo, etcétera. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.155).

### **Subbase granular**

La sub base granular debe de estar lo suficientemente compactado y libre de materiales que pongan en riesgo su estructuración. Según, López y Pinedo defieren que: “Para la conformación de la sub base se compacta al 95% y con un óptimo contenido de humedad. Además, el material de la sub base debe estar libre de vegetales, poseer una granulometría bien gradada y lisa” (2015, p.88). Ver **tabla N°1**.

**Tabla N°1. Granulometría para la sub base granular**

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que Pasa en Peso</b>			
	<b>Gradación A (1)</b>	<b>Gradación B</b>	<b>Gradación C</b>	<b>Gradación D</b>
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm. (N° 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm. (N° 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N° 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N° 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

### **Base granular**

Así mismo, según instituto López, y Pinedo mencionan que: “el material utilizado para la conformación de la base granular deben provenir de canteras certificadas y además una fracción del agregado debe ser producto de la trituración mecánica. Por lo tanto, estas partículas deben ser resistentes y durables (2015, p.41). Ver **Tabla N°2**.

**Tabla N°2. Granulometría para la base granular**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm. (N° 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm. (N° 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N° 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N° 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

### **Colchón de arena**

La cama de arena para el soporte de los adoquines debe de cumplir con ciertos requisitos de granulometría, Según Armijos manifiesta que:

Las partículas que conformaran el colchón de arena tendrán tamaños que comprendan entre 2.5 a 4 mm. Si se presenta fallas en la capa de base no se usara este material para rellenar dichas fallas, ya que estas tienden a manifestarse en la superficie del pavimento adoquinado. (2011, p.12).

Además, el Instituto del Cemento y del Hormigón (2011) menciona lo siguiente “La arena para el soporte de los adoquines debe presentar tamaños de 1.0 mm y con contenido de finos que no excedan el 10%, ya que si estas exceden aumentan las posibilidades a la aparición de deformaciones. (p.69). Ver **Tabla N°3.**

**Tabla N° 3. Granulometría de la arena para soporte de los adoquines**

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm. (3/8")	100
4,75 mm. (N° 4)	95-100
2.36 mm. (N° 8)	80-100
1.18 mm. (N° 16)	50-85
600 µm. (N° 30)	25-60
300 µm. (N° 50)	10-30
150 µm. (N° 100)	2-10

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

### **Juntas de arena**

El sellado de las juntas entre los adoquines se realiza con arena, para lo cual esta debe de cumplir ciertos requisitos de limpieza y granulometría.



La arena para el sello de las juntas deben provenir de fuentes aluviales sin trituración, libre de finos, impurezas o material orgánico (Manual de Carreteras del MTC, 2013, p.477). Ver **Tabla N°4.**

**Tabla N° 4. Granulometría para la arena de sello**

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
2.36 mm. (N° 8)	100
1.18 mm. (N° 16)	90-100
600 µm. (N° 30)	60-90
300 µm. (N° 50)	30-60
150 µm. (N° 100)	5-30
75 µm. (N° 200)	0-5

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

Así mismo, según (Nor et al., 2006) citado por el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (2011) mencionan que:

El espaciamiento de las juntas y el material que compone la arena de sello tienen vital importancia al momento de transferir las cargas entre los adoquines. Por ende, el espaciamiento óptimo comprende entre los 2 a 7mm. Ya que, si la junta es menor que 2mm esta no contiene la suficiente arena y si es superior de los 7mm esta pierde la trabazón mecánica produciéndose desplazamientos horizontales, verticales y rotacionales. (p.39).

Por lo cual, para mitigar los distintos desplazamientos (vertical, horizontal y rotacional) producidos por las fuerzas de frenado, aceleración y giro de los vehículos, dependerá mucho de los parámetros que se tengan en cuenta a la hora de conformar el pavimento de adoquines.

#### **Borde de confinamiento**

El borde de confinamiento es aquel que brinda sostenimiento al pavimento adoquinado tal como se menciona en el Manual de carreteras del MTC (2013) definiendo que:

Estructura que impide los desplazamientos laterales producto del empuje horizontal que causan los vehículos. Estas se sitúan alrededor del área pavimentada y diseñadas para mantenerse estáticas frente al impacto causado por los neumáticos. Así mismo, esta debe estar sumergido como mínimo 15cm a la capa de la base y en la parte superior cubrir como mínimo la mitad del espesor del adoquín, luego del compactado. (p.871).

## **Componentes del adoquín de concreto**

### **Cemento Portland**

El cemento es un aglomerante por excelencia ya que sus propiedades adhesivas y cohesivas permiten la adherencia de los agregados formándose así el concreto. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2014) define que:

Este material aglomerante se obtiene de la calcinación de la caliza y su posterior pulverización del Clinker, está a la vez se le adiciona el sulfato de calcio. Así mismo se permite la incorporación de otros productos aunque estas no deben exceder el 1% en peso del total, además esto siempre en cuando su adición no afecte negativamente en las propiedades del cemento. Los productos añadidos deben ser pulverizados en conjunto con el Clinker. (p.428).

Además, el ASTM C150 (American Society For Testing And Materials) agrupa el cemento en cinco tipos:

Tipo I. De uso general.

Tipo II. Resistencia moderada a los sulfatos.

Tipo III. Resistencia inicial temprana.

Tipo IV. Bajo calor de hidratación

Tipo V. utilizados para altas concentraciones de sulfatos.

### **Agua**

El agua es un elemento muy importante para fraguar y endurecer el concreto. Según Reglamento Nacional de Edificaciones (2014) menciona que “el agua empleada en la elaboración del concreto deberá ser potable; libre de sustancias nocivas que pongan en riesgo las propiedades del concreto” (p.431).

Las sustancias disueltas en el agua en porcentajes altas pueden generar diversas fallencias en concreto como se mencionan. Por ende, es importante evaluar el agua si esta cumple parámetros físicos y químicos para su uso en la mezcla del concreto.

### **Agregados**

El material pétreo o agregado es parte fundamental en la mezcla de concreto, ya que ocupa casi las tres cuartas partes del volumen del concreto y su influencia de sus propiedades físicas-mecánicas repercute en la resistencia y durabilidad del concreto.

Según la Norma Técnica Peruana 400.037, menciona que: El agregado es un conjunto de partículas de origen natural o triturado, las cuales poseen dimensiones comprendidas y fijadas según norma. Se les llama también áridos. (2014, p.6).

Cabe mencionar también que como un indicador general de la calidad del agregado es la resistencia al desgaste, la NTP estipula que el desgaste máximo que debe tener el agregado es del 40%.

### **Agregado grueso**

Es un material granular que puede provenir de fuentes naturales o procesadas, la cual es retenida en la malla #4. Según, la Norma Técnica Peruana 400.037 menciona que, “Es el agregado que queda retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N° 4), la cual puede provenir de la desintegración mecánica o natural de la roca [...]” (2014, p.6).

### **Tamaño máximo nominal.**

Es aquel menor tamiz en el cual se produce el primer retenido de la muestra utilizada, siempre y cuando el retenido en la malla sea mayor al 5% del total de agregados utilizados.

### **Tamaño máximo**

Esta referido al menor tamiz por donde pasa toda la muestra utilizada del agregado grueso.

### **Agregado fino**

Es un material granular que pasa el tamiz #4 y que queda retenida en el tamiz # 200. Según la Norma Técnica peruana (NTP 400.037) defiere que “Es el agregado que proviene de un proceso de desintegración artificial o natural, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8”) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 µm (N° 200)” (2014, p.6). ). Ver **Tabla N°5**.

**Tabla N°5. Granulometria del agregado fino**

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
9,5 mm. (3/8")	100
4,75 mm. (N° 4)	95-100
2.36 mm. (N° 8)	80-100
1.18 mm. (N° 16)	50-85
600 µm. (N° 30)	25-60
300 µm. (N° 50)	5-30
150 µm. (N° 200)	0-10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012.

Así mismo, la Norma Técnica Peruana (NTP 400.012) menciona que “el agregado fino no tendrá más de 45 % entre dos mallas [...] y su módulo de fineza no será menor de 2,3 ni mayor de 3,1” (2014, p.8). Ver **Tabla N°6**.

**Tabla 6. Módulo de finura**

<b>Clasificación de la arena</b>	<b>Módulo de finura</b>
Gruesa	2.9-3.2
Media	2.2-2.9
Fina	1.5-2.2
Muy fina	1.5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012.

### **Módulo de Fineza**

El módulo de fineza se comprende como la finura o grosos promedio del agregado. Se determina de acuerdo al análisis granulométrico realizado del agregado fino, donde se suma los porcentajes acumulados retenidos de los tamices estándares dividiéndolo por 100 tal como se muestra:

$$\text{Módulo de fineza} = \frac{N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100}{100} \dots \dots \text{Ec. (1)}$$

### **Aire**

El porcentaje de aire atrapado en la mezcla del concreto repercute en la resistencia, por ende para su colocación necesariamente se tiene que realizar el vibrado para liberar el aire de la pasta.

Cabe mencionar que un óptimo porcentaje de aire en la mezcla de concreto para zonas altas es recomendable ya que impide que se forme partículas de hielo en los vacíos existentes por las bajas temperaturas, llegándose a evitar fallas en el concreto.

### **Propiedades de los adoquines de concreto**

Las propiedades físicas-mecánicas del adoquín dependen mucho de los componentes que a este lo integran las cuales tenemos a los agregados, cemento y agua. Las cuales para su uso este deben de cumplir con parámetros de calidad referidas en las especificaciones técnicas peruanas e internacionales.

Las principales propiedades físicas-mecánicas a estudiar en los adoquines se tendrán la densidad, absorción, la resistencia a la comprensión y a la flexión.

## Propiedades Físicas

### Dimensión

Sus dimensiones pueden variar (Principalmente el espesor del adoquín) según el uso y la capacidad de carga vehicular que esta soporte, la NTP 399.611 establece tres tipologías:

- TIPO I: Para uso de tránsito peatonal.
  - TIPO II: Para uso de tránsito vehicular ligero.
  - TIPO III: Para uso de tránsito vehicular pesado.
- ✓ Los espesores que normalmente constituyen a los adoquines oscilan entre 4 a 6 cm para uso peatonal y vehicular liviano respectivamente; y de 8 a más cm para tránsito vehicular pesado.
- ✓ Las dimensiones en largo nominal deben de estar comprendidos entre 20cm a 25cm. (no debe exceder este último)
- ✓ El ancho nominal oscilan entre 10 a 22 cm. (no debe exceder este último)

La tolerancia dimensional el largo y el ancho no difieran hasta máximo  $\pm 1.6$  mm entre unos y otros; en cuanto al espesor de  $\pm 3.2$  mm. Ver **Tabla N°7**.

**Tabla 7.** Dimensiones y espesores del adoquín

Tipos	Usos	Dimensiones nominales (cm)	Espesores nominales (cm)
I	Usado en pavimentos para la circulación peatonal	20x10	4 cm
II	Usado en pavimentos para la circulación de vehículos ligeros	20x10	6 - 8 cm
III	Usado en pavimentos para la circulación de vehículos pesados, patios industriales y contenedores.	20x10	8-10 cm

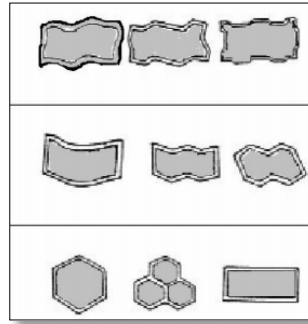
Fuente: Según la NTP 399.611,2017.

### Forma

La forma del adoquín genera las diversas maneras de disponer de la misma en el pavimento, tal como se aprecia en la figura 2. Según el Instituto del concreto y hormigón (2013) menciona que:

Los adoquines internacionalmente se clasifican en tres tipos A, B y C. el tipo A corresponde a adoquines dentadas que generan mejores condiciones de intertrabazón ante los desplazamientos verticales y horizontales, tales como ocurre con las que poseen las cuatro caras dentadas según la figura 1, se pueden colocarse en “espina de pescado”. Los adoquines del tipo “B” tienden a ofrecer una menor inter-trabazón y permiten un mejor funcionamiento

ante desplazamientos en las caras paralelas en uno de sus ejes, tal como las dos caras dentadas según la figura 1. Los adoquines que tienen caras rectas no ofrecen una intertrabazón favorable ante movimientos longitudinales o rotacionales, aunque esto depende de la colocación para desarrollar alguna trabazón. (p.23)



**Figura N°1.** Formas de los adoquines.  
Fuente: ICH, 2013.

### Color

La variación en el color del adoquín se realiza por razones estéticas en su mayoría. La pigmentación utilizada puede ser de naturaleza orgánica e inorgánica, esta última es la más utilizada debido a que posee mejores propiedades que las orgánicas las cuales son:

- Una mejor resistencia a las sustancias alcalinas
- Resistencia a sustancias acidas
- Resistencia a la variación de la temperatura (intemperie)
- Compatibilidad con soluciones acuosas
- El pigmento utilizado no deben alterar las propiedades del concreto.

### Peso

El peso de los adoquines estará condicionado debido a la existencia de distintas dimensiones y materiales con la que están compuestos. Ver **Tabla N°8**.

**Tabla N° 8.** *Peso de adoquines de concreto*

	<b>Espesor</b>	<b>Peso</b>
<b>Rectangular</b>	4 cm	1.8 kg
	6 cm	2.6 kg
	8 cm	3.5 kg
<b>Estriado o "Unistone"</b>	4 cm	2.3 kg
	6 cm	3.54 kg
	8 cm	-

Fuente: Unicón, 2019.

## Propiedades Mecánicas

### Resistencia

La resistencia óptima del concreto se debe a las excelentes características y propiedades del agregado. Ya que el agregado ocupa casi el 75% del volumen total del concreto y su influencia en el comportamiento estructural de la misma son de vital importancia. Según el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016) menciona que:

Determinar la resistencia de especímenes de concreto sirve como base para el control de calidad de los agregados y los diversos procesos que se realizan para la constitución del elemento estructural, así como el cumplimiento de las especificaciones y evaluar el uso de algún aditivo adicionado. (p.790).

### Ensayos del adoquín de concreto

#### Ensayo de resistencia a la compresión

Es aquel ensayo que se realiza para determinar el esfuerzo del concreto a compresión. Según el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (2006) menciona que: La resistencia se obtiene mediante la división de la carga aplicada entre el área de la sección que soporta la carga, esta se expresa en mega pascuales (MPa) en unidades del sistema internacional SI. (p.20). Ver **tabla N° 9**.

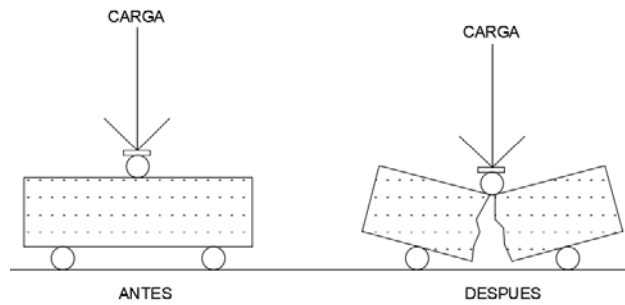
**Tabla N° 9.** Resistencia a la compresión del adoquín.

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

Fuente: NTP 399.611,2017.

#### Ensayo de resistencia a la flexión

La resistencia a la tracción o flexión se produce cuando los adoquines son sometidos a cargas y estas producen un efecto llamado momento flector. Según García (2012) menciona que “La resistencia a la flexión está referida a la medición de la resistencia a la tracción y la falla por momento de una viga, losa de concreto, adoquines, etcétera.” (p.5).



**Figura N°2.** Resistencia a la flexión.  
Fuente: elaboración propia.

### Ensayo a la absorción

Es la capacidad que tiene un elemento de ocupar sustancias en su interior debido a la presencia de vacíos o poros. Según la NTP 399.611 (2017) menciona que: La absorción máxima del adoquín de concreto tipo I y II es de 6% en promedio de 3 unidades y mientras individualmente es de 7.5%. En cambio en el tipo III en promedio de 3 unidades es de 5% e individual de 7%. Ver **tabla N° 10**.

**Tabla N° 10.** Absorción del adoquín

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

Fuente: NTP 399.611,2017.

### Asfalto

El asfalto es un material aglomerante que resulta de la destilación del petróleo crudo, ya sea de origen natural o industrial. Según Montejo (2008) menciona que:

El asfalto o betún como es llamado, puede ser de origen natural o derivado del petróleo (destilación). Es un material oscuro, pegajoso y de una consistencia viscosa (variable con la temperatura). Esta última es usada para la elaboración de mezclas asfálticas debido a que posee mejores propiedades ligantes y resistencia a agentes externos (cargas, humedad, agentes tóxicos, etcétera). (p.42).

El asfalto derivado de la destilación del petróleo es el que suele usar generalmente para el asfaltado de carreteras.

### Tipo de asfalto

Los tipos de asfalto más utilizados para la fabricación de ligantes asfálticos en el país son tres:



### **Cemento Asfáltico**

El cemento asfáltico designado por las letras CA es clasificado según su consistencia y es evaluada por dos ensayos: penetración y viscosidad.

Según, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) manifiesta que: “El aglomerante asfáltico es un material bituminoso, de consistencia sólida o semisólida, utilizado generalmente para elaborar mezclas asfálticas en caliente” (p.359).

### **Emulsión Asfáltica**

Según Rondo y Reyes (2015) defieren que la emulsión asfáltica: “Se obtiene de la adición de agua al cemento asfáltico. A la vez de un tercer material emulsificante encargado para que estas dos elementos se puedan mezclar, el emulsificante puede ser arcilla coloidal, silicatos, jabón o aceites vegetales”. (p.54).

### **Asfaltos Líquidos**

Son conocidos también como asfaltos rebajados o cut – back son de consistencia blanda o fluida. Según Rondo y Reyes (2015) manifiesta que: “Se produce disolviendo el cemento asfáltico en algún solvente derivado del petróleo, generalmente gasolina o bencina”. (p. 63).

### **Mezcla asfáltica en caliente**

Las mezclas asfálticas en caliente suelen diferenciarse de las “frías” en la forma de producción ya que estas se realizan a temperaturas altas, mientras el asfalto en frío se realiza en temperatura ambiente. Según Rondo y Reyes (2015) defieren que:

Son mezclas que se elaboran con cemento asfáltico como bitumen y son denominadas asfalto en caliente debido a estas se calientan a temperaturas altas (aprox. 135 y 160 °C generalmente) para adherirlos a los agregados. Ya que en temperaturas normales el cemento asfáltico presenta una consistencia sólida o semisólida. (p.35).

Las mezclas en caliente en el país se denotan con MAC-1, MAC-2 y MAC-3. Y generalmente la que se utiliza en la parte de la costa es el MAC 2 debido a que la gradación es la más óptima según el manual del MTC y pruebas realizadas. Ver **tabla N° 11**.

**Tabla N° 11. Gradación en mezcla asfáltica en caliente**

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25 mm. (1")	100	-	-
19.0 mm. (3/4")	80-100	100	-
12.5 mm. (1/2")	67-85	80-100	-
9,5 mm. (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm. (N° 4)	43-54	51-68	65-87
2,0 mm. (N° 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm. (N° 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm. (N° 80)	8-17	Ago-17	9-19
75 µm. (N° 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

### Composición de mezclas asfáltica

La mezcla asfáltica en caliente está básicamente compuesto de agregados (grueso, fino y filler mineral) y el ligante asfáltico. Según Pinco manifiesta que: “La homogeneidad en cuanto a la gradación de los agregados en la mezcla asfáltica es de suma importancia, ya que permitirán que la mezcla sea más homogéneas y uniforme, teniendo como resultado que se cumplan las exigencias de graduación” (2015, p.16).

### Cemento asfáltico

El cemento asfáltico para la elaboración de mezclas asfálticas en caliente estará clasificadas según su viscosidad y penetración.

Según Montejo (2008) menciona que:

Comercialmente el material bituminoso se elabora en cinco rangos o grados de consistencia definidos por el ensayo de penetración, las cuales son:

- AC 40-50: CA con penetración entre 40 y 50 décimas de milímetro.
- AC 60-70: CA con penetración entre 60 y 70 décimas de milímetro.
- AC 85-100: CA con penetración entre 85 y 100 décimas de milímetro.
- AC 120-150: CA con penetración entre 120 y 150 décimas de milímetro.
- AC 200-300: CA con penetración entre 200 y 300 décimas de milímetro.

En el Perú su uso del cemento asfáltico está condicionado según el clima de la zona, tal como se muestra en la **tabla 415-01** del manual de carreteras del MTC. Ver **tabla N° 12**.

**Tabla N° 12. Tipo de cemento asfáltico según temperatura**

<b>Temperatura Media Anual</b>			
<b>24 °C o mas</b>	<b>24°C - 15°C</b>	<b>15°C - 5°C</b>	<b>Menos de 5° C</b>
40-50 ó 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto modificado

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

### **Agregados**

Los agregados que se empleen deben de ajustarse a los distintos requerimientos, como es el caso de la gradación para la fabricación de la mezcla en caliente que responden a los husos granulométricos. Los ensayos requeridos en los agregados gruesos y finos se muestran en la **tabla 423-01 y 423-02** respectivamente en el Manual de Carreteras del Ministerio de transportes (MTC).

Preferentemente el agregado grueso debe proceder de la trituración de roca, sin excesos de granos alargada, plana, des integrables o blandas. Estar libre de arcillas, tierra polvo o sustancias que impidan la unión con el ligante.

El agregado fino procederá de la trituración o mezcla de arena natural deberá ser limpios, duros y presentar una textura angular y rugosa. Estar libre de sustancias que impida la adherencia con el asfalto.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) menciona que: La proporción existente del polvo mineral producto de la trituración de los agregados estarán comprendidos entre 0,5 y 0,8 g/cm<sup>3</sup>. (p.245). Ver **tabla N° 13 y 14**.

**Tabla N° 13. Requerimientos para los agregados gruesos**

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>	
		<b>Altitud (msnm)</b>	
		<b>≤ 3000</b>	<b>≥ 3000</b>
Durabilidad ( al sulfato de magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión de los ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% min.	35% min.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción*	MTC E 206	1.0% máx.	1.0% máx.

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

**Tabla N° 14. Requerimientos para los agregados finos**

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3000	≥ 3000
Equivalente de arena	MTC E 209	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 207	30	40
Azul de metileno	MTC E 517	8 máx.	8 máx.
Índice de plasticidad (malla N°40)	MTC E 214	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	ASTM 4791	-	18% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 210	35 min.	35 min.
Índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 219	4 máx.	NP
Sales solubles totales	MTC E 206	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción *	MTC E 207	0.5% máx.	0.5% máx.

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

## **Propiedades del asfalto**

### **Propiedades Físicas**

#### **Durabilidad**

Según: Yafei Li [et al] (2018) defiende que:

La durabilidad es la capacidad que tiene el asfalto en mantener sus características y propiedades originales frente a procesos normales de envejecimiento y degradación. Cuando esta falla la durabilidad tiende a influir en el comportamiento de la estructura en su conjunto.

(p.7)

#### **Adhesión y Cohesión**

“Se entiende a la adhesión como a la capacidad que tiene el asfalto de adherirse al agregado en la mezcla y mientras tanto la cohesión es mantener en su conjunto a las partículas del agregado en un pavimento terminado” (Xing, 2014, p.3).

#### **Susceptibilidad al endurecimiento y al envejecimiento**

Según: Albayati (2018) defiende que:

El envejecimiento es causado por una reacción química y ocurre cuando el asfalto entra en contacto con el oxígeno (oxidación). La cual, hace que el cemento se ponga frágil y tienda a endurecer excesivamente, este proceso se acelera con frecuencia a altas temperaturas. (p.5).

### **Susceptibilidad a la temperatura**

Esta propiedad del asfalto es considerada uno de los más importantes. Según Jinyu (2015) define que:

Esta consiste en que si la temperatura disminuye son más duros (mas viscosos) y si esta disminuye más blandos (menos viscoso). Es por ello, que a esta característica del asfalto se conoce como susceptibilidad, y está a la vez varía según el origen de los asfaltos. (p.2).

### **Diseño de la mezcla asfáltica**

La existencia de una adecuada proporción del asfalto y agregado en una mezcla asfáltica determinan el desempeño como estructura del pavimento una vez terminada. Es por ello, que existen dos métodos de diseño de mezclas asfálticas en caliente que generalmente se usan para determinar esta proporción las cuales son: El Método Marshall (ASTM D-1559) y el Método Hveen (ASTM D 1560 y D 1561). Estos métodos poseen diversas características y ventajas; pueden ser utilizados para el diseño obteniendo resultados similares y satisfactorios. En el Perú el Método de diseño que generalmente se usa y con el cual mucho de las vías están asfaltadas es el mediante el Método Marshall.

### **Características y comportamiento de la mezcla**

Las características principales que se determinan de la mezcla asfáltica y las que generalmente determinan en gran manera el desempeño de la estructura del pavimento son cuatro las cuales son:

- Densidad de la mezcla
- El porcentaje de vacíos o porosidad
- Vacíos en el agregado
- Contenido de asfalto

### **Método de diseño**

#### **Método Marshall**

Este método es aplicado en la mezcla asfáltica en caliente, lo cual permite determinar diversos parámetros tales como la estabilidad, el flujo, porcentaje de vacíos, resistencia a la tracción indirecta y módulos. Esto mediante la elaboración y compactación de briquetas cilíndricas de mezclas asfálticas con dimensiones nominales de 64mm de altura y 102 mm de diámetro.

La estabilidad y flujo Marshall son características propias de las mezclas asfálticas. Se entiende por estabilidad como la capacidad de resistencia máxima a la deformación a una

carga constante aplicada y estas varían de acuerdo a la gradación y tipo de agregado y al grado de cemento asfáltico utilizado. En cuanto al flujo se entiende como una medida de la deformación de la mezcla que se determina en el ensayo de estabilidad.

Los criterios en el método Marshall a cumplir se muestran en la **tabla 423-06** en el Manual del Ministerio de transportes y comunicaciones. Ver **tabla N° 15**.

**TABLA N°15. Requisitos para la mezcla de concreto bituminoso**

Parámetro de Diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.35 kN
3. Flujo 0.01" (0.25mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<b>Ver Tabla 423-10</b>		
Inmersión - compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión MPa min.	2.1 75	2.1 75	1.4 75
2. Resistencia retenida % (min)			
Relación polvo - asfalto (2)	0.6-1.3	0.1-1.3	0.6-1.3
Relación estabilidad/flujo (kg/cm)(3)	1700-4000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Min.		

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

### Ensayo a los agregados

La verificación técnica de la calidad, resistencia y durabilidad de los agregados se realiza mediante un conjunto de ensayos. Las cuales, dichos procedimientos y como también los equipos a utilizar en los diversos ensayos están de acuerdo a las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el ASTM y el AASTHO. Ver **tabla N° 16** y **17**.

**Tabla N° 16. Ensayos para el agregado grueso**

Ensayos	Norma
Durabilidad ( al sulfato de Magnesio)	MTC E 209
Abrasión los Ángeles	MTC E 207
Adherencia	MTC E 517
Índice de Durabilidad	MTC E 214
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791
Caras fracturadas	MTC E 210
Sales Solubles Totales	MTC E 219
Absorción*	MTC E 206

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

**Tabla N° 17. Ensayos para el agregado fino**

Ensayos	Norma
Equivalente de arena	MTC E 114
Angularidad del agregado fino	MTC E 222
Azul de metileno	AASHTO TP 57
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209
Índice de durabilidad	MTC E 214
Índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111
Sales solubles totales	MTC E 219
Absorción*	MTC E 205

Fuente: Manual de carreteras del MTC, 2013.

### **Ensayo de resistencia a la compresión y flexión del adoquín de asfalto**

Se elaboraran adoquines a base de asfalto en caliente en moldes con dimensiones estándares según la Norma Técnica Peruana 399.611. Posteriormente se procederán a realizar los ensayos correspondientes de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión según la NTP 399.604. Para luego comparar las diferencias o semejanzas en cuanto a las resistencias planteadas.

### **Los neumáticos**

Los neumáticos de los vehículos son elementos que están compuestos con polímeros, sustancias como el azufre lo cual elevan su resistencia a la degradación. Según Islam y Nahian (2016) manifiesta que: “El neumático es un elemento hecho de caucho y otros compuestos químicos, provee tracción y soporta la carga del automotor. Su masiva fabricación y el inadecuado desecho una vez usado están generando diverso problemas ambientales” (p.1).



**Figura N° 3.** Material neumático.  
Fuente: elaboración propia.

### **Procesos de Trituración del neumático**

Este proceso se realiza con máquinas trituradoras para separar el caucho de los otros componentes de la llanta como acero y textiles reduciéndola en partículas manipulables para la elaboración de nuevos productos. Existen dos procesos de trituración del material del neumático:

#### **Trituración Mecánica**

Este procedimiento consiste en triturar el material de neumático utilizando solamente equipos mecánicos, sin la adición de algún agente químico o induciendo calor. Las partículas de los neumáticos generalmente pasan el tamiz N°30 en un ensayo granulométrico. Este proceso cuenta con separadores que clasifican el metal y los demás residuos.

#### **Trituración Criogénica**

Para la realización de este proceso de triturado es necesario contar con instalaciones complejas. Se utiliza generalmente la adición de sustancias químicas como el nitrógeno líquido para que facilite la desintegración del neumático. Así mismo, la obtención del caucho se hace más compleja y el alto costo que demanda este proceso es muy costosa.



*Figura N°4.* Grano de Caucho.  
Fuente: elaboración propia.

### **Proceso de modificación de asfalto**

En el mundo existen dos maneras de modificar el neumático reciclado, estas son: por vía seca y húmeda.

#### **Por Vía Seca**

En este proceso de modificación del material reciclado de neumático es remplazado por un porcentaje del agregado fino para luego ser mezclado con el asfalto. Según Rondón y Reyes (2015) defieren que:

Por vía seca, el GCR se reemplaza por una parte del agregado (generalmente de las partículas más finas) y esta se suele añadir a este a temperaturas altas para luego recibir el asfalto y formar la mezcla asfáltica. (p.347).



La adición del caucho reciclado de neumático en la presente investigación se hará por vía seca con porcentajes que varían del 5% al 10% y 15% del peso total del agregado fino.



**Figura N°5.** Proceso de adición de polvo por vía seca  
Fuente: Fajardo y Vergaray, 2014.

### Por Vía Húmeda

Según Díaz y Castro (2017) manifiestan que:

La modificación por este proceso afecta al cemento asfáltico, principalmente en su viscosidad proporcionándole características favorables. La adición del GCR se realiza al asfalto a temperaturas altas para luego adicionarle el agregado para formar la mezcla asfáltica. Aunque este proceso de mezclado es la más recomendable presenta una desventaja importante como es el incremento del costo inicial de la mezcla. Esto debido a necesidad de contar con plantas más complejas y a la adición de la temperatura para realizar el mezclado. (p.29).



**Figura N°6.** Proceso de adición de polvo por vía húmeda.  
Fuente: Fajardo y Vergaray, 2014.

## **Formulación del Problema**

La formulación de un problema de investigación tiende a crear una necesidad de ser resuelta. Por ende, según Arias (2012) menciona que: “Un problema de investigación es una pregunta o interrogante sobre algo que no se sabe y cuya solución es la respuesta mediante un proceso de investigación”. (p.39).

### **Problema General**

¿De qué manera influye el material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?

### **Problema Específico**

- ¿Cómo el material reciclado de neumático influye las propiedades físicas- mecánicas del adoquinado de concreto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?
- ¿Cuál es la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?
- ¿Cuál es el costo del adoquinado de concreto y bloques de asfalto adicionados con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?

### **Justificación del Estudio**

La reutilización es la mejor forma de hacer uso de neumáticos desechados para mejorar las propiedades físicas-mecánicas en adoquines de concreto y bloques de asfalto frente a los problemas que ocasionan las cargas cíclicas sobre el adoquín. Así mismo, se estaría disminuyendo los efectos negativos que esta causa en el medio ambiente. Sin embargo, pese a los beneficios que el material pueda causar en las propiedades físicas-mecánicas del adoquín de concreto y bloques de asfalto, existe una gran desventaja a considerar especialmente en el asfalto, ya que su costo elevado y el uso equipos complejos en el proceso de elaboración les hace poco rentables.

### **Justificación Teórica**

A través del estudio teórico se adquirirá conocimientos más claros sobre las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y asfalto adicionados con material reciclado de neumático. Además, se conocerá las diversas normativas nacionales e internacionales que especifican parámetros a cumplir del objeto de estudio. Así mismo, se mencionara las causas del porque los pavimentos adoquinados de concreto y bloques de asfalto adicionados con material reciclado de neumático poseyendo criterios eficientes en cuanto a la duración,

resistencia, el costo módico en su construcción, fácil de mantenimiento y sobre todo disminuir los impactos ambientales en el ecosistema. Son una de las formas de construcción de pavimentos poco usadas en el país para el tránsito liviano.

### **Justificación Práctica**

La aplicación de un pavimento adoquinado a partir de material reciclado de neumáticos que tenga similares propiedades físicas y mecánicas contribuirá a la conservación de nuestras materias primas y al cuidado del medio ambiente. Así como también, disminuir los costos en la reparación de líneas de gas, redes de agua y desagüe, etc. Generando en conclusión ahorro de tiempo y dinero.

### **Justificación Económica**

En cuanto a comparaciones con las demás formas de pavimentación convencional; la pavimentación a base de adoquines con material reciclado de neumático tiene un aumento significativo en cuanto al costo tanto en el de concreto y asfalto, pero principalmente en los adoquines elaborados de asfalto debido al sistema tardío de colocación y la obtención del mismo. Así mismo, si se habla de los beneficios posteriores se tendría que estudiar a fondo los factores que determinan su durabilidad y resistencia, ya que las mezclas asfálticas tienen características y compuestos distintos a la mezcla de concreto las cuales disminuyen considerablemente sus resistencias mecánicas planteadas. Por lo tanto, determinar los costos a partir de los estudios mencionados y a la vez respecto a los resultados de esta investigación es la mejor manera de concluir si es apto o no su construcción como elementos para el pavimento de tránsito liviano.

### **Justificación Ambiental**

La conformación de un pavimento adoquinado con residuos provenientes del neumático, un material que por el mal manejo que se hace viene afectando y atentando contra la biodiversidad. Según Sánchez menciona que “el material de neumático desechado una vez separadas de los demás desechos pueden ser usadas en infinidad de campos del sector industrial y construcción” (2012, p.28).

Es por ello, que esta forma como una de las maneras de contribuir con el cuidado del medio ambiente. Así mismo el ahorro de energía que se obtiene es importantísima, ya muchos de los componentes presentes en el neumático tienen que ser sustraídas de las materias primas.

### **Hipótesis**

La hipótesis es una supuesta respuesta al problema planteado, según Arias (2012) menciona que: “la hipótesis viene hacer una supuesta respuesta a la pregunta planteada, para lo cual se

busca una relación entre dos o más variables para responder tentativamente al problema o pregunta de investigación”. (p.47).

### **Hipótesis general**

Se determinó que material reciclado de neumático influye de manera negativa en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.

### **Hipótesis específicos**

- El material reciclado de neumático influye de manera negativa en las propiedades físicas- mecánicas del adoquinado de concreto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.
- El material reciclado de neumático influye negativamente en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.
- El material reciclado de neumático eleva el costo del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.

### **Objetivos**

El objetivo de investigación representa una mención a lo que se quiere estudiar para responder el problema planteado. Según Hernández, Fernández, Baptista (2014) nos refiere que: “El objetivo de investigación es a lo que se centra toda la investigación, la cual debe tener claridad ya que estas viene a ser las guías del estudio”. (p.37).

### **Objetivo General**

Analizar la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.
- Evaluar la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.
- Identificar el costo del adoquinado de concreto y bloques de asfalto adicionados con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.

## **II. MÉTODO**

Según Maya (2014) menciona que: “Se entiende por el método científico como un conjunto de procedimientos lógicos sistemáticos, racionales e intelectuales que permite resolver interrogantes” (pp. 12-13).

La presente investigación se basará en el **método científico**, ya que se identificó un problema y se procederá a dar las respuestas de las preguntas de investigación.

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

### **Tipo de investigación**

Según Vargas (2009) define que: La investigación de tipo aplicada se caracteriza porque los conocimientos adquiridos son orientados a ser aplicados con el fin de solucionar un problema de un contexto determinado. Asimismo, con muchas posibilidades de adquirir otros conocimientos durante el transcurso después de haber experimentado la práctica basada en investigación. (p.160).

La presente investigación es de tipo **aplicada**, ya que mediante los procedimientos realizados y resultados obtenidos se comprobó que el polvo de neumático repercute en las propiedades físicas-mecánicas de los adoquines de concreto y asfalto en caliente.

### **Diseño de investigación**

La presente investigación es de tipo experimental, ya que se va proceder a manipular las variables, la cual según el autor Arias (2012), define que “la investigación experimental consiste en poner a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos a la variable independiente, con la finalidad de visualizar las reacciones o efectos que se generan en la variable dependiente” (p.34).

Como se puede apreciar en la investigación experimental el investigador al no encontrar hechos en la realidad deberá inducirlo a la experimentación con la finalidad de describir los resultados y demostrar lo planteado en la investigación.

### **Enfoque**

Según los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) nos refiere que: “el enfoque cuantitativo se caracteriza por la recolección de los datos mediante la medición numérica y un análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.4).

Por ende, la presente investigación es de enfoque **cuantitativo**, ya que las variables de estudio serán medidas mediante una información numérica o cuantificada.

### **Nivel de investigación**

#### **Investigación explicativa:**

Para el nivel de investigación, Hernández, Fernández y Baptista (2014) defiere que:

La investigación explicativa se enfoca no solo en describir conceptos o fenómenos mediante la relación entre ellas en un contexto determinado, sino también está orientado a responder las causas del por qué ocurre los fenómenos o eventos y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan entre sí. (p.84)

Por ende, la presente investigación es de nivel **explicativo**, porque no solo se abocara al estudio descriptivo sino explicar los efectos que causa el caucho reciclado sobre los adoquines de concreto y asfalto en caliente.

### **2.2.Operacionalización de variables**

#### **Variables:**

##### **Variable dependiente**

Las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto.

Las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente.

Costos de la aplicación del caucho en el adoquín de concreto y bloques de asfalto.

##### **Variable independiente**

Material reciclado de neumático.

## **2.3.Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

### **Población**

Hernández, Fernández, Baptista (2010) nos menciona que: “La Población o universo es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174).

La población del presente proyecto está formada por todos los adoquines de concreto y asfalto con y sin material reciclado de neumático del laboratorio INGECONTROL.

### **Muestra**

Hernández, Fernández, Baptista (2014) nos menciona que: “La muestra no probabilística consiste en la elección de los elementos de acuerdo a las características de la investigación y no depende de la probabilidad” (p.176).

La muestra está dirigida al análisis de las propiedades físicas-mecánicas de 48 muestras de adoquín de concreto, 36 con dosis de caucho reciclado de neumático en 5%,10% y 15% y estas serán ensayadas a los 28 días; y 12 sin adición de caucho reciclado de neumático (muestra patrón).

En el asfalto en caliente las muestras a ensayar serán 40 unidades de las cuales 30 son con adición de caucho reciclado de neumático en 5%, 10% y 15% y que estas serán ensayadas al día siguiente de realizado su elaboración. Y 10 sin adición de caucho reciclado de neumático (muestra patrón).

En total se tendrá 88 muestras.

### **Muestreo**

El muestreo de la presente investigación es no probabilístico, Según el autor Arias (2012), define “el muestreo no probabilístico consiste en la elección de los elementos de acuerdo a las características de la investigación y no depende de la probabilidad” (p.85).

Las diversas muestras a estudiar serán seleccionadas de acuerdo al criterio y al cumplimiento de los requisitos que demanda a la investigación. Por ende, no todas las muestras tendrán la probabilidad de ser escogidas.

### **Unidad de Análisis**

La unidad de análisis es el inicio o punto de partida para realizar una investigación. Según Maximiliano, Fernando y Dorati (2013) menciona que: La unidad de análisis se refiere a quien o que objeto va ser estudiado y donde se centra toda la investigación. (p. 70).



La unidad de estudio constituirá de la presente investigación el adoquín de concreto y asfalto en caliente.

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

##### **Técnica de recolección:**

En la presente investigación se usó como técnica la observación directa.

##### **Instrumento:**

Los instrumentos constituirán los diversos equipos de laboratorio y las fichas técnicas utilizadas con los que se recolectarán los datos en los diversos ensayos del laboratorio.

##### **Validez**

Según, Hernández, Fernández, Baptista (2014) nos refiere que: “La validez se entiende como al grado en que un instrumento realmente tiende a medir la variable de estudio” (p.201).

La validez del estudio de las diversas fichas técnicas usadas para la recolección de los datos será determinado por los técnicos o ingenieros responsables.

Así mismo, la validación de los instrumentos de la presente investigación debe estar certificado y validado con la firma del especialista responsable.

##### **Confiabilidad**

Según Hernández, Fernández, Baptista (2014) nos refiere que: “La confiabilidad de un determinado instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida en un mismo objeto o sujeto se obtiene resultados semejantes o iguales” (p.200).

El grado de confiabilidad de la presente investigación se determinara mediante la calibración de los equipos que se utilizara en los diversos ensayos y es recomendable que el laboratorio tenga la certificación ISO.

#### **2.5. Procedimiento**

##### **Identificación y acopio del material de neumático**

La identificación y su posterior recojo del material de neumático (materia prima) se realiza de manera fácil ya que esta se puede encontrar en cualquier punto de la ciudad lima. Ya que, la producción desmedida y el manejo inadecuado de este tipo de material hace posible su presencia excesiva en lugares vulnerables donde atenta contra la salud de la población y del medio ambiente.



**Figura N°7.** Material de neumático en desuso.  
Fuente: elaboración propia



**Figura N°8.** Recojo del material de neumático.  
Fuente: elaboración propia

### **Proceso y trituración del material de neumático**

Una vez recogido el material de neumático se llevó a una empresa dedicada al rubro de reciclaje y trituración de las llantas para su proceso de trituración. La máquina utilizada fue una maquina esmeriladora.

Cabe mencionar que el proceso de trituración del neumático se realizó por partes, ya que está contiene algunos hilos aceros en su interior caso como en la banda de rodadura, tornándose esto peligroso ya que el trabajo de esmerilado se realizó a mano.



*Figura N°9.* Caucho reciclado triturado.  
Fuente: elaboración propia

### **Obtención de los agregados**

Los agregados para la fabricación de los adoquines se obtuvo de la cantera UNICON ubicada en la carretera Panamericana Norte Lote 3 Altura Km 28.5 y 29 de la Panamericana Norte en el distrito de Carabayllo. Ya que, los estándares de calidad que esta cantera de renombre posee permitirían cumplir con los controles de calidad estipuladas especificaciones de la NTP y el ASTM.

*Figura N°10.* Agregados de la cantera Unicon - Carabayllo.  
Fuente: elaboración propia

### **Propiedades Físicas del Agregado en Mezcla del Concreto y Asfalto En Caliente**

Para el diseño o preparación de los adoquines de concreto y asfalto en caliente, los agregados utilizados deben de cumplir con los requerimientos se especifican en la NTP 400.12 y ASTM C 33.

En la presente investigación se utilizó agregados de  $\frac{3}{4}$ " ,  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{8}$ " y Arena no lavada, las cuales estas deben cumplir con la gradación y estar dentro de los límites o de la frontera granulométrica.

## **Análisis Granulométrico**

Este parámetro permite la obtención del tamaño máximo nominal en el agregado grueso y módulo de fineza en agregado fino, datos que inciden en la dosificación de la mezcla de concreto y en sus propiedades mecánicas.

### **Materiales y equipos a utilizar:**

- Agregado grueso: ¾" y 3/8"
- Agregado fino: arena no lavada
- Kit de tamices.
- Balanza de precisión.
- Horno de 150 °C.
- Herramientas manuales.
- **Agregado Grueso:**

### **Procedimiento:**

- Se tomó una muestra representativa de piedra mediana.
- Se realizó el cuarteo correspondiente obteniéndose una muestra representativa de 3 kg aproximadamente.
- Se procedió a pesar la muestra.
- Se introdujo la muestra en los diversos tamices.
- Se agito para que las partículas se distribuyan uniformemente de acuerdo a las aberturas de los tamices.
- Luego se procede a pesar cada material que queda retenido en cada tamiz (1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8" y N°4).
- **Agregado fino:**

### **Procedimiento**

- Se realizó el cuarteo correspondiente obteniéndose una muestra representativa de 3 kg aproximadamente.
- Se procedió a pesar la muestra.
- Se introdujo la muestra en los diversos tamices.
- Se agito para que las partículas se distribuyan uniformemente de acuerdo a las aberturas de los tamices.
- Luego se pesa cada material que queda retenido en cada tamiz (N°4, N° 8, N° 16, N°30, N° 50 y N° 100).

### **Peso específico**

Se realizó según a lo estipulado en la NTP 400.021, donde los valores del peso específico deberán comprender entre 2.5 a 2.8 gr/cm<sup>3</sup> para muestras de agregados de buena calidad, si esta fuese menor indica mala calidad (demasiado contenido de humedad, porosidad y débiles).

- **Agregado grueso**

#### **Materiales y equipos a utilizar:**

- Muestra de agregado.
- Agua.
- Balanza.
- Tara.

#### **Procedimiento:**

- Una muestra es tamizada por la malla N° 4, tomándose el retenido y dejándose sumergido en agua durante 24 horas según norma.
- Pasado el tiempo se procedió a sacar el agua y secar superficialmente el agregado partícula por partícula.
- Se pesa la muestra sumergida superficialmente seca obteniéndose un dato (P<sub>ss</sub>).
- Se procedió a sumergir el mismo material en un molde metálico obteniéndose el peso sumergido.
- Se procedió a secar el material obteniéndose el peso seco.

Peso específico: 2.699 gr/cm<sup>3</sup>

- **Agregado fino**

#### **Materiales y equipos a utilizar:**

- Arena gruesa.
- Agua.
- Balanza.
- Tara.
- Fiola de 500 ml.

#### **Procedimiento:**

- Se tomó una muestra representativa de 3kg aprox. y se dejó sumergido en agua durante 24 hr.
- se procedido a sacar el agua y secarlo al aire libre hasta que llegue a la condición sumergida superficialmente seca.

- Para determinar si esta llega a la condición mencionada se realiza el ensayo de cono de absorción. (Óptimo-un derrumbe parcial).
- Se pasa la fiola + el agua.
- Se pesa una muestra seca de 500gr.
- Se vierte el material en la fiola + el agua para luego agitarla.
- Se procedió a llenar el agua perdido en el agitado hasta los 500 ml. y se pesa.

### **Peso unitario**

Según la NTP 400.017, se le considera peso unitario al peso del agregado de un volumen establecido, esto tomándose en cuenta los vacíos que este posee en su interior la cual se expresa en Kg/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup>. Se clasifican en dos: Peso unitario compactado y suelto.

### **Materiales y equipos a utilizar:**

- Agregado grueso y fino.
- Molde metálico de volumen conocido.
- Varilla lisa.
- Cucharon
- Balanza: error de  $\pm 0.1g$  y  $\pm 05g$ .

#### **• Peso unitario suelto**

##### **Procedimiento:**

- Se coge una parte representativa de los agregados.
- Se pesa el molde metálico de volumen conocido.
- Dentro de una bandeja se coloca el molde y con cucharón se procedió a verter el material.
- Una vez llenado se enrasa con la varilla lisa y se llevó a pesar el molde más el agregado.
- Se procedió a anotar el valor y este proceso se realizó hasta comprobar que no supere el 1% respecto al promedio.

#### **• Peso unitario compactado**

##### **Procedimiento:**

- Se coge una parte representativa de los agregados.
- Se pesó el molde metálico de volumen conocido.
- Dentro de una bandeja se colocó el molde y con cucharón se procedió a verter el material.

- Se vertió el material en tres capas y a cada capa se le dio 25 golpes para distribuir de manera uniforme el agregado.
- Una vez llenado se enrasa con la varilla lisa y se llevó a pesar el molde más el agregado.
- Se procedió a anotar el valor y este proceso se realizó hasta comprobar que no supere el 1% respecto al promedio.

### **Durabilidad al sulfato de magnesio**

Este ensayo tiene como objetivo evaluar la resistencia del agregado grueso y fino a la degradación mediante la adición de una solución de sulfato de magnesio, la cual está especificada según la NTP 400.016.

### **Materiales y equipos a utilizar:**

- Tamices
- envases
- Balanza.
- Sulfato de magnesio.

- **Agregado grueso**

### **Procedimiento:**

- Se lava el agregado grueso y se seca en el horno a temperatura constante de 105 - 110 °C.
- Mediante un tamizado se separa las partículas gradadas y se toma un aproximado 110 gr.
- Una vez separada se procede a la inmersión de las partículas sobre una solución de sulfato de magnesio durante no menos de 16 ni mayor de 18 horas.
- Se tapan para disminuir la evaporación y se mantengan a una temperatura de  $21 \pm 1$  °C.
- Se retira el material y se lleva al horno para su secado correspondiente.

- **Agregado fino**

- Se coge una parte representativa de 100 g aproximadamente.
- Se lava el agregado sobre el tamiz (Nº 50) y se seca en el horno de 2 a 4 horas a temperatura constante de 105 - 110 °C.
- Mediante un tamizado se separa las partículas gradadas un aproximado de 110 g.
- Una vez separada se procede a la inmersión de las partículas sobre una solución de sulfato de magnesio.

- Esto se lleva al horno para su secado del material hasta peso constante a 105 °C ò 110 °C.
- Se repite la acción hasta obtener lo ciclos que se requieren.

### **Desgaste a la abrasión del agregado**

Este parámetro consiste en determinar el porcentaje de desgaste del material y esta nos sirve como indicador de la calidad del agregado. Este ensayo corresponde al agregado grueso. Los requisitos a cumplir de los agregados gruesos están plasmadas en la NTP 400.037 para el concreto y la **tabla N°13** para el asfalto.

La degradación del agregado se determina mediante la siguiente ecuación.

$$D(\%) = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (2)}$$

Siendo:

- P1 = Peso inicial
- P2 = Peso final
- D = desgaste expresado en porcentaje (%)

### **Elaboración de Adoquines**

En el proceso de elaboración se vio afectada por algunas limitaciones:

- La falta de moldes generó que se disminuya la cantidad de mezcla realizándose en tandas pequeñas.
- Se obtuvo dimensiones inexactas debido a la falta de moldes industrializados.

### **Adoquines de Concreto**

#### **Diseño de mezcla**

El diseño de mezcla de concreto permite determinar una adecuada distribución o proporción de los materiales y que estas a la vez cumplan con los siguientes parámetros:

- Trabajabilidad en su estado fresco
- Optima resistencia y durabilidad en su estado endurecido
- Mezcla económica

En la presente investigación para el diseño de la mezcla de concreto se realizó mediante la densidad óptima o diseño del laboratorio, para lo cual fueron necesario los siguientes datos:

- Peso unitario compactado de los agregados grueso y fino.
- La relación de agua y cemento

- **Obtención del Peso Unitario Compactado (PUC)**

Para encontrar una proporción optima de agregados en la mezcla de concreto se realizó la combinación por pesos unitarios compactados, esta consiste en encontrar la mejor



proporción de agregado fino y grueso mediante la determinación del peso unitario compactado (PUC), para lo cual se realizó cinco combinaciones y tomándose el mayor valor. Ya que, esta simboliza que a mayor valor del peso unitario compactado menor es el porcentaje de vacíos con esta proporción de agregados. Ver **tabla N°18**.

**Tabla N°18.** Selección del porcentaje óptimo de agregados

Confitillo de 3/8"	Arena	PUC
36	64	1688
38	62	1796
<b>40</b>	<b>60</b>	<b>1815</b>
42	58	1802
44	56	1712

Fuente: elaboración propia

- **Obtención de la relación agua/cemento**

Se utilizó la tabla del diseño de mezcla del concreto ACI para hallar la relación de agua/cemento por resistencia, ya que conociéndose la resistencia a la compresión del adoquín en la **tabla N° 9. Resistencia a la compresión del adoquín**, especificada por la NTP 399.611, se determinó que el esfuerzo a la compresión del adoquín del tipo II es  $f'c = 420$  kg/cm<sup>2</sup>. Ver **tabla N°19**.

**Tabla N 19°.** Relación de Agua/Cemento por Resistencia

$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Comité 211 del ACI.

Calculando mediante la interpolación lineal:

400	0.43
420	x
450	0.38



$$\frac{420 - 400}{420 - 450} = \frac{x - 0.43}{x - 0.38}$$

$$X = 0.41$$

Por lo tanto, la relación de agua/cemento resulto, tomándose como factor de seguridad del 85% lo siguiente:

$$R = \frac{a}{c} = 0.41 * 0.85$$

$$R = \frac{a}{c} = 0.349 \cong 0.35$$

### Dosificación de la mezcla de concreto

La existencia de una homogeneidad entre las partículas y una dosis optima de la relación agua/cemento permite que se obtenga un buen comportamiento estructural. Por ende, Según, Arauz y Chávez (2016) menciona que:

El diseño del laboratorio consiste que mediante la experimentación se obtenga una dosificación óptima para la fabricación del adoquín de concreto, esto se consigue variando las proporciones de cada agregado en función a los pesos unitarios compactados. Así como también se varía la relación de agua y cemento hasta obtener una mejor adhesión entre las partículas.

En la dosificación de la mezcla de concreto se adicionó el caucho reciclado variándose en porcentajes de 5%,10% y 15% respecto al peso de agregado fino. Ver **tabla N°20**.

**Tabla N 20°. Dosificación de la mezcla de concreto**

<b>R a/c</b>	<b>0.35</b>							
<b>Insumos</b>	<b>Proporción</b>	<b>Peso Específico (kg/m3)</b>	<b>Hum. (%)</b>	<b>Abs. (%)</b>	<b>Volúmenes (m3)</b>	<b>Peso seco (kg)</b>	<b>Peso Húmedo (kg)</b>	<b>Tanda</b>
								<b>0.005</b>
Cemento		3,110			0.1543	480	480	2.40 kg
Agua		1,000			0.1680	168	176	0.88 kg
Confitillo	40%	2,699	0.60	0.80	0.2591	699	703	3.52 kg
Caucho reciclado	0%	860	0.00	0.00	0.0000	0	0	0.00 kg
Arena	60%	2,600	0.80	1.50	0.3886	1,010	1,018	5.09 kg
Aire	3%				0.0300			

Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que la dosificación calculada esta trabajada en pesos (kg), el diseño inicial fue para metro cubico. Pero debido a los pocos moldes se redujo la cantidad de mezcla para la elaboración de cuatro adoquines por tanda.

### Datos:

- $F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$ .
- Cemento: Cemento Sol, Tipo I

- Asentamiento: 0”.
- Confitillo: TMN 3/8”
- Arena: No Lavada
- Agua: potable.
- Caucho: llantas en desuso.

**Materiales:**

- Mesa vibratoria.
- Un apisonador.
- Una carretilla.
- Pala.
- Balanza.
- Tara.
- Bandeja.

**Procedimientos:**

- Se acopio los materiales para la elaboración: agregados, cemento y agua.
- Se realizó la trituración del caucho reciclado mediante el uso de un equipo mecánico, posteriormente se eligió el grano de caucho a utilizar.
- Se realizó la dosificación de cada material en las mezclas de concreto.
- Se mezcló manualmente la mezcla de concreto adicionado el caucho en 5%,10% y15%.
- Luego se procedió a verter el material de concreto y asfalto en el molde metálico de 10cmx20cmx6cm.
- Luego se procedió a compactar el adoquín usando la mesa vibratoria y un apisonador hecho a la medida, dándole 6 golpes sobre el adoquín.
- Se procedió a desmoldar los adoquines en lugar adecuado.
- Se cubrió a los adoquines mediante un foro de plástico para este no pierda humedad, dejándose por durante 24 horas.
- Pasado el tiempo se puso los adoquines en la poza de curado hasta que estas sean ensayadas.
- Los procesos se repitió hasta cumplir con las cantidades de adoquines a utilizar para su ensayo a los 28 días.
- Cumplido los días se procedió a realizar los ensayos correspondientes.

- **Adoquines patrón**

Se realizó la dosificación del diseño patrón de concreto reduciendo cantidad de la mezcla para la elaboración de 4 adoquines por tanda. Ver **tabla N°21**.

**Tabla N°21.** *Dosificación de la mezcla de concreto*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.0kg	Neumático reciclado
Confitillo de 3/8"	3.52kg	Cantera UNICON
Arena	5.09kg	Cantera UNICON
Agua	0.88kg	Agua potable.
cemento	2.40kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquines adicionados con 5% de caucho**

Se puede apreciar la dosificación de la mezcla de concreto y elaboración de 4 adoquines con la adición de caucho al 5% respecto al peso del agregado fino, sin variar la piedra ni el cemento. Ver **tabla N°22**.

**Tabla N°22.** *Dosificación de la mezcla de concreto*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.14kg	Neumático reciclado
Confitillo de 3/8"	3.52kg	Cantera UNICON
Arena	4.67kg	Cantera UNICON
Agua	0.88kg	Agua potable.
cemento	2.40kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquines adicionados con 10% de caucho**

Se muestra la dosificación de la mezcla de concreto con la adición del 10% de caucho respecto al peso del agregado fino, elaborándose 4 adoquines. Ver **tabla N°23**.

**Tabla N°23.** *Dosificación de la mezcla de concreto*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.28kg	Neumático reciclado
Confitillo de 3/8"	3.52kg	Cantera UNICON
Arena	4.24kg	Cantera UNICON
Agua	0.88kg	Agua potable.
cemento	2.40kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquines adicionados con 15% de caucho**

Elaboración de adoquines con la incorporación del 15% de caucho de neumático reciclado.

Ver **tabla N°24**.

**Tabla N°24. . Dosificación de la mezcla de concreto**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.42kg	Neumático reciclado
Confitillo de 3/8"	3.52kg	Cantera UNICON
Arena	3.82kg	Cantera UNICON
Agua	0.88kg	Agua potable.
cemento	2.40 kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia.

### **Adoquines de Asfalto**

#### **Diseño Marshall**

El diseño empleando para determinar la óptima proporción de agregados y del cemento asfáltico para que estas cumplan un buen desempeño estructural, fue el método Marshall.

Cabe mencionar, que debido a que las exigencias en las gradaciones de los agregados para una la mezcla asfáltica son completamente distintas para una mezcla de concreto, se determinó adicionar un agregado de ¾", teniendo este un tamaño máximo nominal de ½" para buscar cumplir con la curva granulométrica.

#### **Procedimiento**

Habiéndose realizado el control de calidad de los agregados a utilizar se procede a realizar los siguientes procedimientos:

- Se realizó el análisis granulométrico.
- Se realizó la dosificación de cada agregado, a la vez el cemento asfáltico se varió en porcentajes de 4.5%,5%,5.5% y 6%
- Se calentó el asfalto hasta alcanzar los 150°C y de igual manera los agregados.
- Se procedió a mezclar los agregados con el cemento asfáltico.
- Se llevó la mezcla para estas sean compactadas mediante el martillo Marshall, 75 golpes por cada cara.
- Las mezclas realizadas se les coloco dentro del horno 145 °C para que esta no se enfríe mientras se realiza la compactación.
- Se realizó tres briquetas por cada adición de cemento asfáltico.
- Cada briqueta se dejó secar por un tiempo de 24 horas.

- Pasado el tiempo a cada briqueta se le baña con parafina para impermeabilizarlo y procedemos a pesar en el aire y esta misma muestra sumergida para obtener el peso específico.
- Luego lo sumergimos en el baño maría durante 30min a una temperatura de 60 °C.
- Pasado el tiempo de saca las briquetas y se procede a ensayar mediante la prensa Marshall y el flujo metro para determinar la estabilidad y flujo respectivamente.
- Para obtener el porcentaje de vacíos se realiza el ensayo Rice para determinar el contenido de vacíos.

Datos obtenidos en laboratorio que me indican las óptimas proporciones para la elaboración de los adoquines de asfalto. Ver **tabla N°25**.

**Tabla N°25. Datos obtenidos del ensayo Marshall**

<b>Parámetros de diseño</b>	<b>- 0.2 %</b>	<b>% Óptimo</b>	<b>+0.2 %</b>	<b>Especificación EG 2013</b>
Golpes N°		<b>75.0</b>		<b>75</b>
Cemento asfáltico %	5.25	<b>5.45</b>	5.65	-
Peso unitario kg/m <sup>3</sup>	2.381	<b>2.386</b>	2.389	-
Vacíos %	5.1	<b>4.6</b>	4.2	<b>3 - 5</b>
V.M.A. %	14.8	<b>14.7</b>	14.7	<b>14</b>
V. LL.C.A. %	63.6	<b>67.3</b>	71.1	
Polvo / asfalto %	1.3	<b>1.3</b>	1.4	<b>0.6 - 1.3</b>
Flujo mm	14	<b>14</b>	15	<b>8 - 14</b>
Estabilidad kN	1434.5	<b>1409.3</b>	1391.6	<b>8,15</b>
Estabilidad/ flujo kg/cm	4099.0	<b>3929.8</b>	3788.8	<b>1700 - 4000</b>
Resistencia a la compresión MPa		<b>2.6</b>		<b>2.1</b>
Resistencia retenida %		<b>80</b>		<b>75</b>
Resistencia conservada %		<b>80</b>		<b>80</b>

Fuente: elaboración propia.

### **Dosificación del adoquín de asfalto**

Para determinar la dosificación de la mezcla asfáltica en caliente para la elaboración del adoquín de asfalto, se utilizó como primer dato la densidad obtenida del ensayo Marshall, siendo la fórmula de la densidad:

$$D = \frac{M}{V} \dots \dots \dots \text{Ec. (3)}$$

En dónde:

- M = Masa
- V = volumen

- D = densidad

Siendo, la densidad:

$$D = 2.385 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Así mismo, sabiéndose que el volumen del adoquín (20cmx10cmx6cm):

$$V = 20 * 10 * 6 = 1200 \text{cm}^3$$

Entonces, reemplazando en la formula tenemos que:

$$M = V * D \Rightarrow M = 1200 * 2.385$$

$$M = 2862 \text{ g}$$

El resultado obtenido representa el peso requerido por adoquín, con el cual se procederá a cuantificar las proporciones en peso para su elaboración de acuerdo a los resultados obtenido en el ensayo Marshall. Ver **tabla N°26**.

**Tabla N°26.** *Cuantificación de la proporciones para la mezcla asfáltica*

<b>Descripción</b>	<b>Proporciones en peso</b>	<b>Datos obtenidos del ensayo Marshall</b>
Caucho	0%	-
Cemento asfáltico	157	<b>5.5</b>
Cemento sol tipo I	27	<b>0.9</b>
Arena	1339	<b>46.8</b>
Caucho	0	<b>0.0</b>
Piedra de ½"	402	<b>14.0</b>
Confitillo de 3/8"	937	<b>32.7</b>
	<b>2862</b>	

Fuente: elaboración propia.

### **Elaboración de adoquines de asfalto**

Teniendo los datos se procedió a realizar la dosificación correspondiente para la elaboración de los adoquines.

Se dosificó la mezcla asfáltica de tal manera que la cantidad se aproxime para elaborar un adoquín por mezclado.

Se simulo la carga del martillo de compactación del laboratorio con el cual se realizó las briquetas en el ensayo Marshall. Siendo la carga aplicada de 103040 pie-libra/pie<sup>3</sup>, dato con el cual se acondicionó para realizar la compactación del adoquín de asfalto en caliente.

### **Materiales:**

- Molde de dimensión del adoquín.
- Balanza

- Tara
- Horno
- Cemento asfáltico
- Agregados de TMN ½” y 3/8”
- Un apisonador hecho a la medida para realizar la compactación.

**Procedimiento:**

- Se acopio el material a la zona de trabajo
- Se pesó los materiales a utilizar de acuerdo a las dosificaciones calculadas.
- Se secó los agregados a una temperatura de 105 °C a 110°C.
- Se calentó el asfalto a una temperatura de 150 °C.
- Se calentó el molde donde se realizara la elaboración con dimensiones de 20cm x 10cm x 6cm.
- Se vertió la mezcla en el molde en tres capas y a cada capa se le dio 62 golpes según calculo.
- Pasado 10 min se procedió a desmoldar.
- Se le aisló a un ambiente adecuado libre de humedad y cambios bruscos de temperatura.

- **Adoquines patrón**

Se realizó la dosificación del diseño patrón de la mezcla asfáltica en caliente para elaboración del adoquín por mezcla. Ver **tabla N°27**.

**Tabla N°27.** *Dosificación de la mezcla de asfalto en caliente patrón*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.0kg	Neumático reciclado
Cemento asfáltico	0.157kg	Petroperú
Arena	1.339 kg	Cantera UNICON
Piedra de ½”	0.402kg	Cantera UNICON
Confitillo de 3/8”	0.937kg	Cantera UNICON
Cemento	0.027kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia

- **Adoquines adicionados con 5% de caucho**

La dosificación para elaboración de adoquines de asfalto en caliente con la adición de caucho al 5% respecto al peso del agregado fino, sin la variación del cemento asfáltico ni la piedra. Ver **tabla N°28**.



**Tabla N°28. Dosificación de la mezcla de asfalto**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.067kg	Neumático reciclado
Cemento asfáltico	0.157kg	Petroperú
Arena	1.272 kg	Cantera UNICON
Piedra de ½”	0.402kg	Cantera UNICON
Confitillo de 3/8”	0.937kg	Cantera UNICON
Cemento	0.027kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia

- **Adoquines adicionados con 10% de caucho**

La dosificación para elaboración de adoquines de asfalto en caliente con la adición de caucho al 5% respecto al peso del agregado fino, sin la variación del cemento asfáltico ni la piedra. Ver **tabla N°29**.

**Tabla N°29. Dosificación de la mezcla de asfalto**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.134kg	Neumático reciclado
Cemento asfáltico	0.157kg	Petroperú
Arena	1.205kg	Cantera UNICON
Piedra de ½”	0.402kg	Cantera UNICON
Confitillo de 3/8”	0.937kg	Cantera UNICON
Cemento	0.027kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia

- **Adoquines adicionados con 15% de caucho:**

La dosificación para elaboración de adoquines de asfalto en caliente con la adición de caucho al 5% respecto al peso del agregado fino, sin la variación del cemento asfáltico ni la piedra. Ver **tabla N°30**.

**Tabla N°30. Dosificación de la mezcla de asfalto**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia</b>
Caucho	0.201kg	Neumático reciclado
Cemento asfáltico	0.157kg	Petroperú
Arena	1.138 kg	Cantera UNICON
Piedra de ½”	0.402kg	Cantera UNICON
Confitillo de 3/8”	0.937kg	Cantera UNICON
Cemento	0.027kg	Tipo I, SOL

Fuente: elaboración propia

## Propiedades Físicas

### Adoquines de Concreto

- **Densidad**

De acuerdo a la densidad obtenida del adoquín se determina si la unidad es pesado o liviano, según norma NTP 339.604.

#### Materiales:

- Balanza mayor a 4kg y una precisión de 0.5 gr.
- Molde metálico
- Adoquines de concreto y asfalto

#### Procedimiento:

- El adoquín es sumergido en agua durante 24 horas a una temperatura ( 15°C a 25°C)
- luego pasado el tiempo se saca el adoquín y se procede a secarlo superficialmente con un paño.
- Pasado 1 min se pesa el adoquín obteniéndose el peso saturado superficialmente seco (Psss).
- Se pesa a la canastilla sumergida dentro de un balde con agua.
- Se coloca el adoquín dentro de la canastilla sumergida y se obtiene el peso saturado (Pss).
- Luego se procede a colocar el adoquín dentro del horno a una temperatura de 105°C durante 24 horas, obteniéndose el peso seco (Ps).

Se procede a calcular el peso específico de la unidad de concreto de acuerdo a la ecuación:

$$D = \frac{Ps}{P_{SSS}-P_{SS}} \dots \dots \dots \text{Ec. (4)}$$

Dónde:

- Psss = Peso del adoquín Saturado superficialmente seco (g)
- Pss = Peso del adoquín Saturado sumergido (g)
- Ps = Peso del adoquín seco (g)
- D = Densidad del Adoquín en g/cm<sup>3</sup>

- **Absorción**

Es la capacidad que tiene en este caso el adoquín de acumular agua en su interior debido a presencia de poros o vacíos. Según Norma Técnica Peruana (NTP 399.604).

**Materiales y equipos a utilizar:**

- Bandeja
- Balanza.
- Tara.
- Horno
- Tres adoquines sin caucho reciclado
- Tres adoquines con una variación de caucho reciclado en porcentajes de 5%,10% y 15.

**Procedimiento:**

- El adoquín es sumergido en agua durante 24 horas a una temperatura ( 15°C a 25°C)
- luego pasado el tiempo se saca el adoquín y se procede a secarlo superficialmente con un paño
- Pasado 1 min se pesa el adoquín obteniéndose el peso saturado superficialmente seco (Psss).
- Luego se procede a colocar el adoquín dentro del horno a 105°C durante 24 horas, obteniéndose el peso seco (Ps).

Se obtiene mediante esta ecuación:

$$A (\%) = \frac{P_{sss}-P_s}{P_s} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (5)}$$

Dónde:

Psss = Peso saturado superficialmente seca.

Ps = Peso seco

A (%) = Porcentaje contenido de agua.

**Adoquines de asfalto**

- **Densidad**

La densidad de la mezcla compactada se entiende como su peso unitario, es decir el peso de un volumen específico de la mezcla. Para la obtención de la densidad del adoquín de asfalto se procedió a realizar los siguientes procedimientos distintos a la de concreto.

**Materiales y equipos a utilizar:**

- Balanza.
- Vernier/Pie rey.
- Dos adoquines sin caucho reciclado

- Dos adoquines con una variación de caucho reciclado en porcentajes de 5%,10% y 15.

**Procedimiento:**

- Se procede a medir las dimensiones del adoquín de asfalto patrón y adicionadas con caucho en 5%,10% y 15. (V)
- Se procede a pesar el adoquín de asfalto patrón y adicionadas con caucho en 5%,10% y 15. (P)
- Se calcula la densidad promedio de los adoquines de asfalto patrón y adicionadas con caucho en 5%,10% y 15.

$$D = \frac{P}{V} \dots \dots \dots \text{Ec. (6)}$$

Dónde:

- P = Peso del Adoquín de Asfalto en g.
- V = Volumen del Adoquín de Asfalto en cm<sup>3</sup>.
- D = Densidad del Adoquín de asfalto en g/cm<sup>3</sup>.

• **Porcentaje de vacíos**

Se entiende como porcentaje de vacíos a los espacios contenidas de aire que se encuentran entre las partículas de agregado revestidas con la mezcla. La durabilidad de un elemento hecho a base de asfalto en este caso el adoquín de asfalto está determinado en función al contenido de vacíos esto debido a que si menor es la cantidad de vacíos menor será la permeabilidad que exista en la mezcla, por lo cual se estará impidiendo el paso del agua y aire que puedan causar su deterioro. Por ende, para la obtención del porcentaje de vacíos en los adoquines de asfalto se realizó el ensayo de la gravedad específica máxima conocido comúnmente como “RICE”, la que comúnmente se obtiene en el diseño Marshall (ASTM D 2041), para lo cual se realizara los siguientes procedimientos y aplicando la siguiente ecuación.

**Materiales y equipos:**

- Bomba de vacío de motor ¼ hp. ¾” de Hg.
- Picnómetro de volumen conocido
- Vacuometro graduado de 0 a 30 In Hg
- Tara
- Dos muestras de mezcla de cada adición con caucho de 5%,10% y 15%.

### **Procedimientos:**

El peso específico máximo de la muestra se determinará siguiendo los procedimientos estipulados en la norma ASTM D 2041.

- Se pesa el picnómetro
- Se pesa el picnómetro + agua (vertida hasta el ras del picnómetro) + vidrio.
- Se pesa la muestra disgregada dos adoquines patrón y de cada adición de caucho 5%,10% y 15%.
- Se vierte la muestra en el picnómetro más agua y se coloca en la bomba de vacíos durante 15 min.
- Se pesa el picnómetro más muestra y el agua (vertida hasta el ras del picnómetro)
- Se procede a calcular con los datos y resultados obtenidos el peso específico máximo de la muestra.
- Obteniéndose el peso específico máximo de la muestra se procede a calcular el porcentaje de vacíos mediante la fórmula mostrada.

$$Va = \frac{Pem - Pemc}{Pem} \times 100 \dots \dots \text{Ec. (7)}$$

Dónde:

- Pem = Peso específico máximo de la muestra en g/cm<sup>3</sup>.
- Pemc = Peso específico de la muestra compactada (Dato determinado) en g/cm<sup>3</sup>.

### **Propiedades Mecánicas**

#### **Adoquines de Concreto y Asfalto**

- **Resistencia a la Compresión**

La resistencia a la compresión consistirá en la aplicación de la carga vertical mediante una prensa digital sobre toda el área de la cara superior del adoquín, para lo cual siempre cerciorarse que esta área este nivelado para que al aplicarse la carga se distribuya uniformemente.

#### **Materiales:**

- Máquina para ensayo a la compresión..., debiéndose antes de ensayar colocar una placa metálica entre la superficie del adoquín y el cabezal de la máquina.
- Los adoquines a ensayar estarán compuestos por 21 unidades de concreto y asfalto.
- Serán tres adoquines patrón

- Serán nueve adoquines de concreto cada tres para una adición de caucho y ensayadas a los 28 días.
- Serán nueve adoquines de asfalto cada tres para una adición de caucho y ensayadas a los 28 días.

**Procedimiento:**

- Las unidades a ensayar deben estar en una condición de humedad al ambiente.
- Se determinan el área de las caras de cada uno de los adoquines.
- Se coloca cada unidad en la prensa hidráulica y se procede a hacer descender suavemente el vástago sobre la superficie del adoquín.
- Se registra cuando la muestra ensayada no puede sostener la carga aplicada.

**Ecuación de cálculo:**

$$F'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots \text{Ec. (8)}$$

En dónde:

- F'c = Resistencia a la compresión expresada en kg/cm<sup>2</sup>
- P = La carga aplicada sobre el adoquín por la prensa hidráulica en KN o Kg.
- A = Área de la cara superior del adoquín en cm<sup>2</sup>.

• **Resistencia a la flexión**

Se coloca la muestra a ensayar sobre dos varillas de acero liso sirviendo como como soportes del adoquín, determina mediante la aplicación de la carga al centro de la superficie. Se aplica el esfuerzo de manera gradual hasta que la muestra no resista y se produzca la rotura se expresa en (kg/cm<sup>2</sup>).

Se expresa mediante la ecuación:

$$\sigma = \frac{3FL}{2bd^2} \dots \dots \dots \text{Ec. (9)}$$

**Dónde:**

- $\sigma$  = Esfuerzo a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>).
- F = La carga aplicada en el centro (kn)
- L = Longitud del tramo de soporte
- b = anchura
- d = espesor

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

El método de análisis de datos es de estadística inferencial. De tal modo que, se logró un nivel de validez adecuado a la característica de la investigación y que la confiabilidad no sea vulnerada de los parámetros de estudio. Además, se cuantificó los resultados tomando como base los parámetros relacionados a las propiedades físicas y mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto, las cuales estarán sujetas a las especificaciones de la norma técnica peruana (NTP), el American Society for Testing and Materials (ASTM) y el Manual de carreteras especificaciones técnicas del (MTC).

## **2.7.Aspectos éticos**

Referido al aspecto ético se asumió que toda la información plasmada y los resultados obtenidos en esta investigación garantizan la originalidad y autenticidad. Así mismo, se adjuntan las referencias pertinentes del material bibliográfico utilizado como muestra de respeto y honestidad.

### **III. RESULTADOS**



## Resultados

En esta parte se presentará los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de concreto y asfalto elaborados en laboratorio con adición de caucho reciclado de neumático. A la vez, se mostrara los resultados obtenidos del control de calidad de los agregados gruesos y finos utilizados para la elaboración de los adoquines.

## Agregados

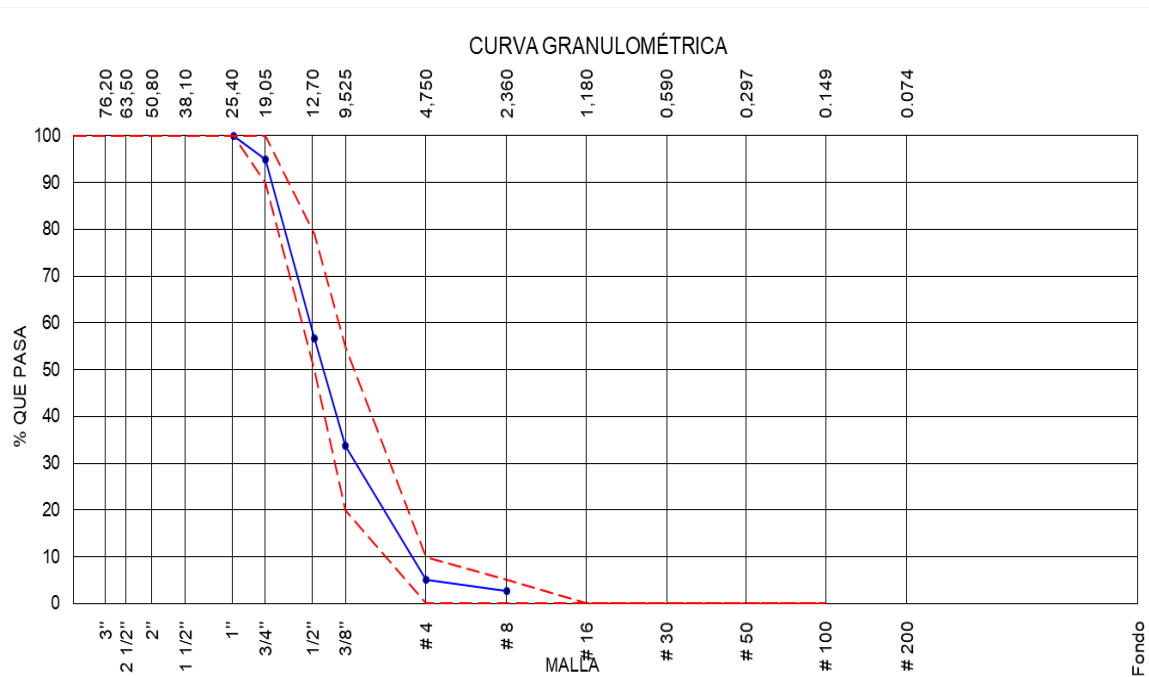
- Piedra mediana TMN 1/2"

**Tabla N°31.** Granulometría del agregado grueso TMN 1/2"

Malla	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.00 mm	-
1 1/2"	37.50 mm	-
1"	25.00 mm	100.00
3/4"	19.00 mm	95.02
1/2"	12.50 mm	56.80
3/8"	9.50 mm	33.67
# 4	4.75 mm	5.04
		MF: 7.07
		TMN: 1/2"
		Si Cumple

Fuente: elaboración propia

**Gráfica 1.** Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: elaboración propia.

**Tabla N°32. Ensayos al agregado grueso TMN 1/2"**

Peso específico (gr/cm3)	2.699
Peso unitario suelto (kg/m3)	1639
Peso unitario compactado (kg/m3)	1770
Durabilidad al sulfato de magnesio	10%

Fuente: elaboración propia.

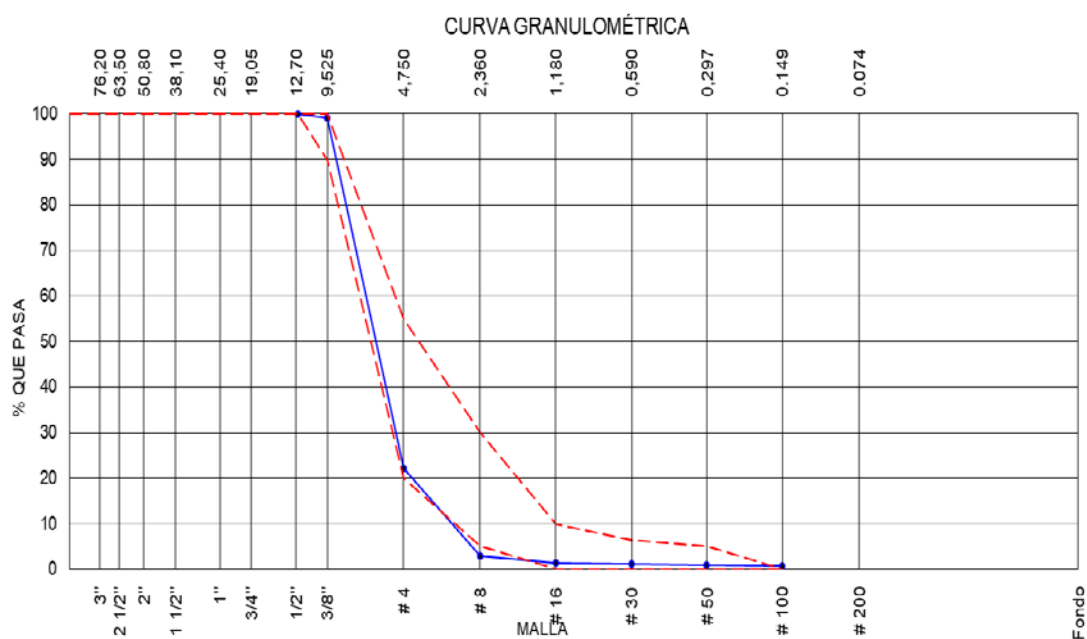
- **Piedra mediana TMN 3/8"**

**Tabla N°33. Granulometría del agregado grueso**

Malla	Abertura	% que pasa
1/2"	12.50 mm	100.00
3/8"	9.50 mm	99.17
# 4	4.75 mm	22.23
# 8	2.36 mm	2.82
# 16	1.18 mm	1.34
# 30	600 µm	1.09
# 50	300 µm	0.97
# 100	150 µm	0.72
Fondo	-	2.10
	MF	5.72
	TMN	3/8"

Fuente: elaboración propia

**Gráfica 2. Curva granulométrica del agregado grueso**



Fuente: elaboración propia.

**Tabla N°34. Ensayos al agregado grueso TMN 3/8"**

Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.699
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1676
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1893
Durabilidad al sulfato de magnesio	6%

Fuente: elaboración propia.

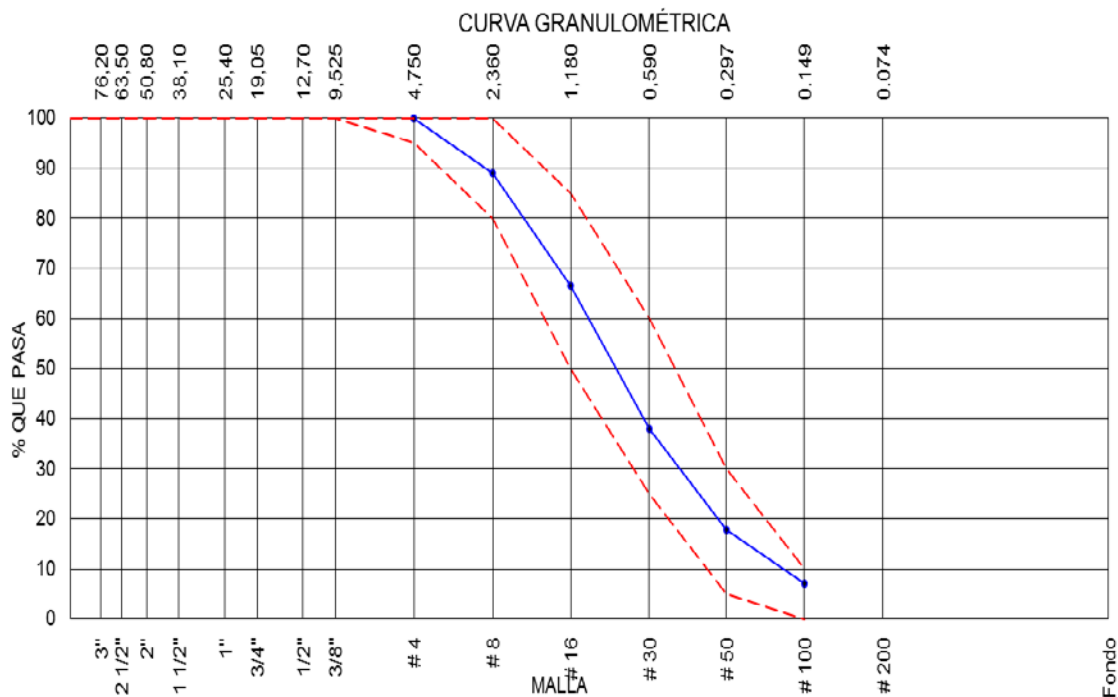
- Agregado Fino**

**Tabla N°35. Granulometría del agregado fino**

Malla	Abertura	% que pasa
# 4	4.75 mm	100.00
# 8	2.36 mm	89.08
# 16	1.18 mm	66.59
# 30	600 μm	37.86
# 50	300 μm	17.85
# 100	150 μm	6.99
Fondo	-	0.00
	MF	2.82
	TMN	NA

Fuente: elaboración propia

**Gráfica 3. Curva granulométrica del agregado fino**



Fuente: elaboración propia.

**Tabla N°36. Ensayos al agregado fino**

Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.60
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1519
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1739
Durabilidad al sulfato de magnesio	15%

Fuente: elaboración propia.

### Caucho

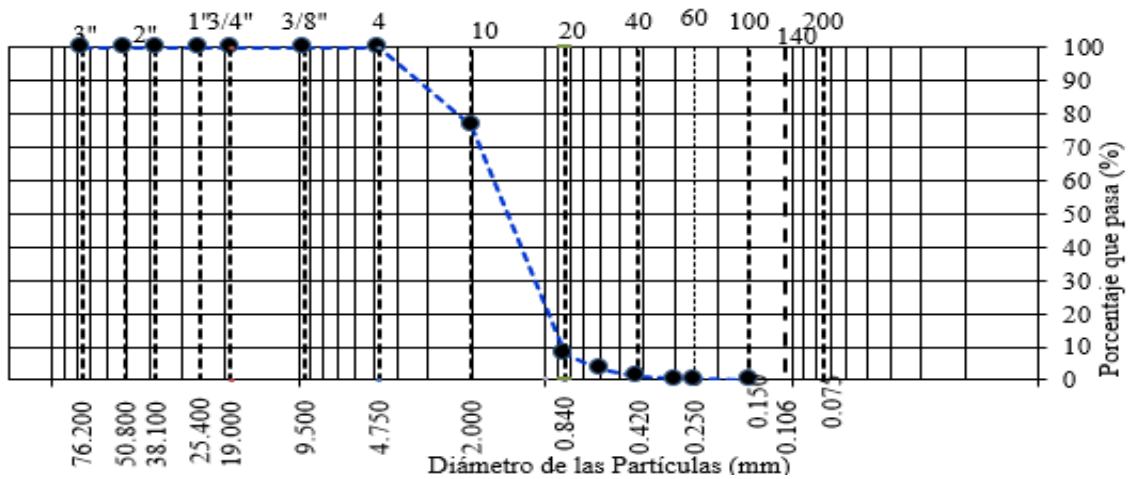
Se realizó el análisis granulométrico para poder comparar si el material cumple con la gradación para el remplazo del agregado fino. Ver **tabla N° 37** y **Gráfica N° 4**:

**Tabla N°37. Granulometría del caucho granulado**

Malla	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.200 mm	100.00
2"	50.00 mm	100.00
1 1/2"	37.50 mm	100.00
1"	25.00 mm	100.00
3/4"	19.00 mm	100.00
1/2"	12.50 mm	100.00
3/8"	9.50 mm	100.00
# 4	4.75 mm	100.00
# 10	2.00 mm	76.6
# 20	0.84 mm	7.8
# 30	600 µm	3.5
# 40	425 µm	1.4
#50	300 µm	0.4
# 60	250 µm	0.3
# 100	150 µm	0.2
Fondo	-	-

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 4. Curva granulométrica del caucho reciclado**



Fuente: elaboración propia.

## Determinando la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto

### Adoquines de Concreto

#### Propiedades Físicas

- Densidad

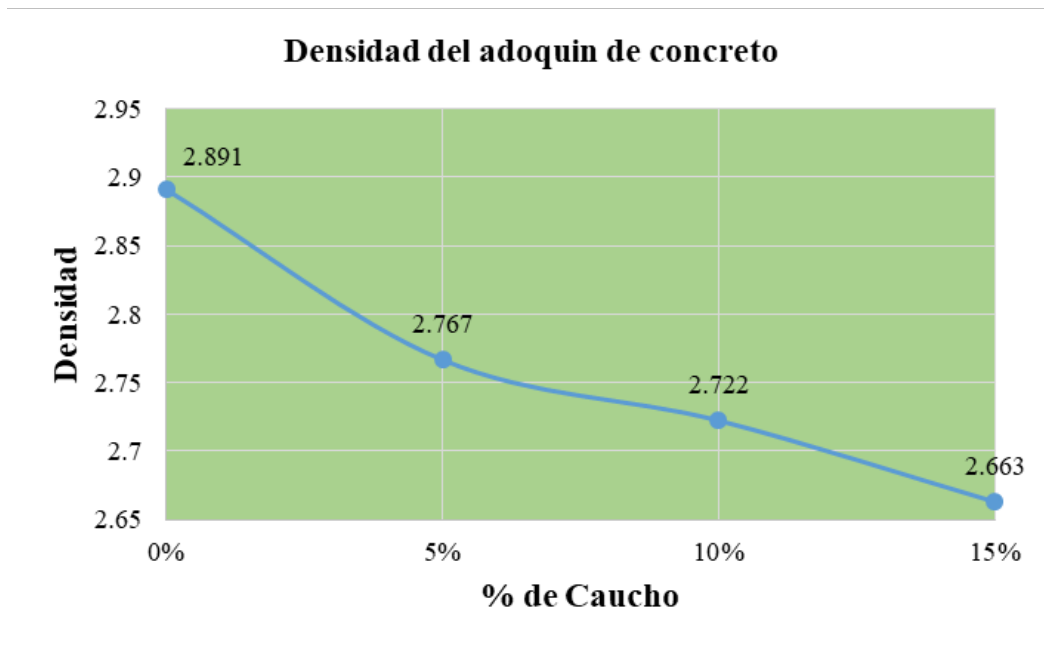
Aplicando la ecuación N° 5, se tiene.

**Tabla N°38.** Densidad del adoquín patrón y adicionados con caucho

Diseños	Muestras			Densidad Promedio (gr/cm3)
	1	2	3	
0%	2.902	2.890	2.881	2.891
5%	2.794	2.755	2.751	2.767
10%	2.724	2.727	2.716	2.722
15%	2.671	2.667	2.651	2.663

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 5.** Densidad vs % de caucho reciclado



Fuente: elaboración propia.

Se observa en la **tabla N°38** y **Gráfica 5**, que las densidades de los adoquines de concreto disminuyen de acuerdo a la adición en porcentajes del caucho, siendo el adoquín patrón 2.891 g/cm<sup>3</sup>(0%), 2.767 g/cm<sup>3</sup>(5%), 2.722 g/cm<sup>3</sup>(10%) y 2.663 g/cm<sup>3</sup>(15%), esto debido a que el caucho genera que se aumente el porcentaje de vacíos en su interior y a la vez por poseer un menor peso específico que la arena gruesa hace que el adoquín sea más liviano.

- **Absorción**

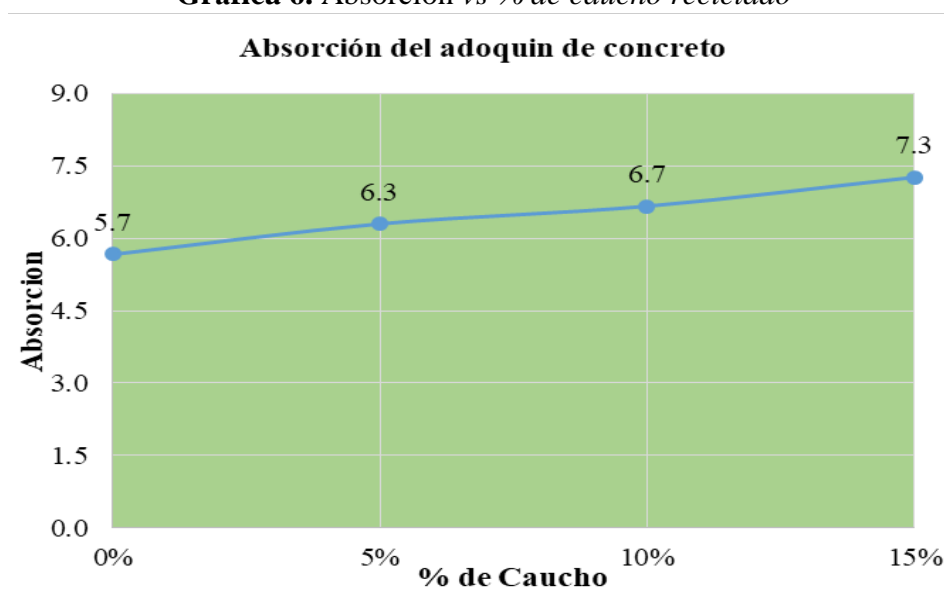
Aplicando la ecuación N° 6, se tiene. Ver **tabla N°39**.

**Tabla N°39.** *Absorción del adoquín patrón y adicionados con caucho*

Diseños	Muestras			Absorción Promedio (%)
	1	2	3	
0%	5.3	5.7	6.0	5.7
5%	6.1	6.3	6.5	6.3
10%	6.8	6.6	6.6	6.7
15%	7.1	7.3	7.4	7.3

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 6.** *Absorción vs % de caucho reciclado*



Fuente: elaboración propia.

En la **tabla N°39** y **Gráfica 6**, se muestra que la absorción del adoquín de concreto se eleva a medida que se adiciona el porcentaje de caucho, siendo del adoquín de concreto patrón de 5.7% (0%) y los adicionados con caucho son de 6.3%, (5%), 6.7 % (10%) y 7.3% (15%), con lo que el patrón estaría cumpliendo con la norma NTP 399.611 y 399.604, mientras las adicionados no cumplen con los parámetros estipulados, ya que superan la absorción máxima del 6% permitido del promedio de tres unidades según la normativa mencionada.

## Propiedades Mecánicas

### Resistencia a la Compresión

- **Adoquín patrón**

**Tabla N°40.** *Ensayo a compresión del adoquín de concreto*

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	19.8	10.07	94580.4	474.4	28	471.7
	19.8	10.12	93764.1	467.9	28	
	19.7	10.10	94087.0	472.9	28	

Fuente: elaboración propia.

De la **tabla N° 40**, se observa que la resistencia a la compresión obtenida mediante el ensayo de tres adoquines de concreto patrón cumple con los requisitos de la norma técnica peruana NTP 399.611 y 399.604. Siendo la resistencia a la compresión promedio del adoquín de concreto patrón de 471.7 Kg/cm<sup>2</sup>.

- **Adoquín con 5% de caucho**

**Tabla N°41.** *Ensayo a compresión del adoquín de concreto*

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
5%.	19.9	10.11	86709.4	431.0	28	431.8
	19.8	10.08	85703.5	429.4	28	
	19.8	10.09	86925.0	435.1	28	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la **tabla N° 41**, la resistencia a la compresión obtenida mediante el ensayo de tres adoquines de concreto adicionado con 5% de caucho reciclado respecto al peso del agregado fino, está dentro de los parámetros de la norma técnica peruana NTP 399.611 y 399.604 para su uso como pavimento de tránsito liviano. Siendo su resistencia a la compresión promedio de 431.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

- **Adoquín con 10% de caucho**

**Tabla N°42.** *Ensayo a compresión del adoquín de concreto*

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
10%	19.7	10.11	58259.0	292.5	28	290.9
	19.9	10.08	58703.5	292.7	28	
	19.7	10.10	57225.0	287.6	28	

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la **tabla N° 42**, la resistencia a la compresión obtenida mediante el ensayo de tres adoquines de concreto adicionado con 10% de caucho reciclado, no cumple con los parámetros de la norma técnica peruana NTP 399.611 y 399.604, siendo su resistencia a la compresión promedio de 290.90 Kg/cm<sup>2</sup>. Pero, su uso si cumple para un pavimento de tránsito peatonal.

- **Adoquín con 15% de caucho**

**Tabla N°43.** *Ensayo a compresión del adoquín de concreto*

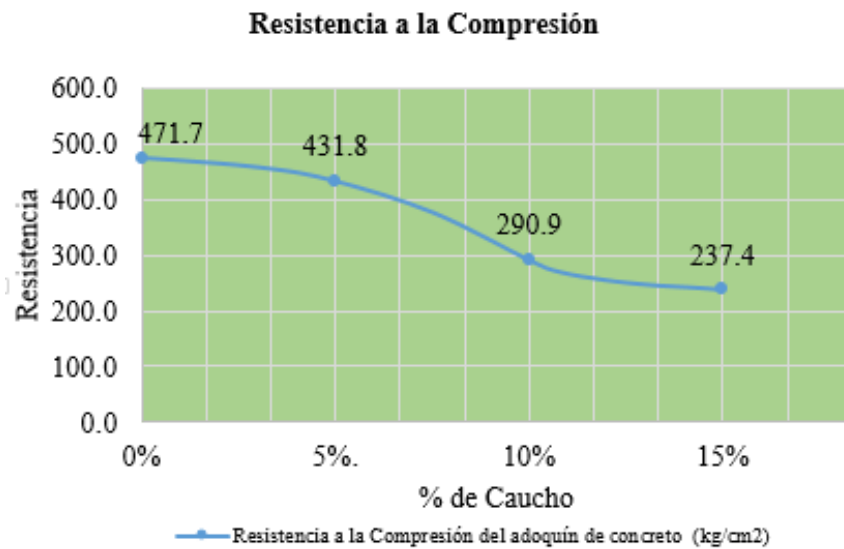
Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
15%	19.8	10.07	47314.9	237.3	28	237.4
	19.9	10.10	48703.5	242.3	28	
	19.7	10.09	46225.0	232.6	28	

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la **tabla N° 43**, la resistencia a la compresión obtenida mediante el ensayo de tres adoquines de concreto adicionado con 15% de caucho reciclado, no cumple con los parámetros de la norma técnica peruana NTP 399.611 y 399.604, siendo su resistencia a la compresión promedio de 237.40 Kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfica 7.** Resistencia a la compresión vs % de caucho reciclado



Fuente: elaboración propia.

De la **Gráfica 7**, se observa que hay una disminución significativa de las resistencias a la compresión de los adoquines adicionados con caucho. Esta disminución en las resistencias se debe a la poca adherencia que existe entre el caucho y la mezcla de concreto, generándose así el aumento del porcentaje de vacíos en su interior y una disminución en su resistencia. Por lo cual, solamente el adicionado con el 5% estaría cumpliendo con la normativa NTP 399.611 y 399.604, ya que el valor obtenido está dentro de los parámetros permitidos de la presente norma para la conformación de un pavimento de tránsito liviano. Y el adicionado con el 10% si bien no está dentro del parámetro para un pavimento de tránsito liviano su uso se limita para un pavimento de tránsito peatonal debido a su resistencia obtenida. Mientras que el del 15% obtuvo una baja resistencia limitándolo su uso para un pavimento a base de adoquines.

### **Resistencia a la Flexión**

Para el ensayo a flexión de adoquines de concreto no existe una normativa peruana que especifique los requisitos a cumplir. Por lo cual, se tendrá en consideración normas internacionales tales como el ASTM C674 y la norma técnica colombiana (NTC 2017), esta última menciona que la resistencia individual del adoquín no debe ser menor a 3,6 Mpa (36.7 kg/cm<sup>2</sup>) y el promedio no menor de 4.5 Mpa (45.9 kg/cm<sup>2</sup>) para el tránsito peatonal y vehicular.

- **Adoquín patrón**

**Tabla N°44.** *Ensayo a flexión del adoquín de concreto*

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28	5.1	51.4	51.8
	28	5.2	52.2	
	28	5.2	51.7	

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la **tabla N° 44**, Se aprecia que los resultados obtenidos del ensayo a flexión del adoquín patrón son óptimas, ya que cumple con los parámetros adecuados para realizar su elaboración, según la normativa NTC 2017.

- **Adoquín con 5% de caucho**

**Tabla N°45.** *Ensayo a flexión del adoquín de concreto*

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
5%	28	4.7	47.3	47.4
	28	4.8	48.3	
	28	4.7	46.7	

Fuente: elaboración propia.

De la **tabla N° 45**, se aprecia que los resultados obtenidos del ensayo a flexión del adoquín adicionado con 5% de caucho cumplen con los parámetros normales para su elaboración y puesta para el tránsito vehicular liviano.

- **Adoquín con 10% de caucho**

**Tabla N°46.** *Ensayo a flexión del adoquín de concreto*

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
10%	28	3.2	32.2	32
	28	3.1	30.8	
	28	3.3	33	

Fuente: elaboración propia.

De la **tabla N° 46**. Se aprecia que los resultados obtenidos del ensayo a flexión en los adoquines de concreto cumplen con los parámetros normales, siempre y cuando estas sean usadas para una vía peatonal.

- **Adoquín con 15% de caucho**

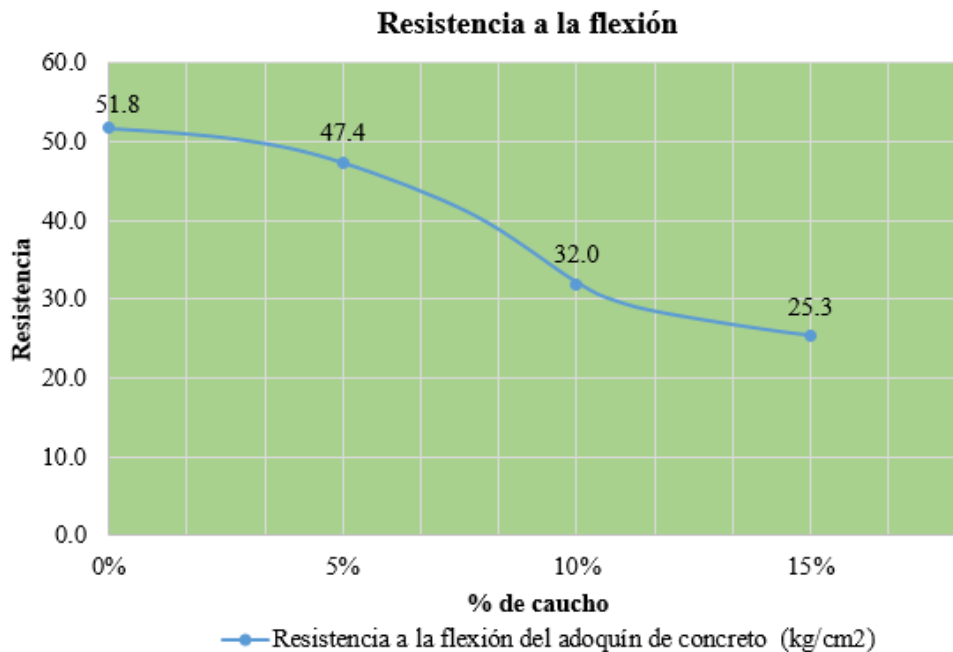
**Tabla N°47.** Ensayo a flexión del adoquín de concreto

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
15%	28	2.6	26	25.3
	28	2.5	25.3	
	28	2.5	24.7	

Fuente: elaboración propia.

De la **tabla N°47**, se tiene que el resultado del ensayo a flexión del adoquín de concreto no cumple con los requisitos debido a la baja resistencia obtenida. Sin embargo, esta puede ser puesta para un pavimento de tránsito peatonal.

**Gráfica 8.** Resistencia a la flexión vs % de caucho reciclado



Fuente: elaboración propia.

De la **gráfica 8**, se determina de acuerdo a los resultados obtenidos que a medida que se le aumente el porcentaje de caucho reciclado se tendrá una baja adherencia y por ende un aumento de los porcentajes de vacíos, disminuyéndose considerablemente la resistencia a la flexión. Excepto las muestras patrón y la adicionada con 5% de caucho la cuales cumplen con la normativa NTC 2017 para su uso vehicular, mientras con el 10% de adición para su aplicación en el uso peatonal y en cambio el adicionado con el 15% no cumple con la norma referida lo cual no se recomienda su fabricación.

## Evaluando la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto

### Adoquines de Asfalto

#### Propiedades Físicas

- **Densidad**

Aplicando la ecuación N° 7, se tiene.

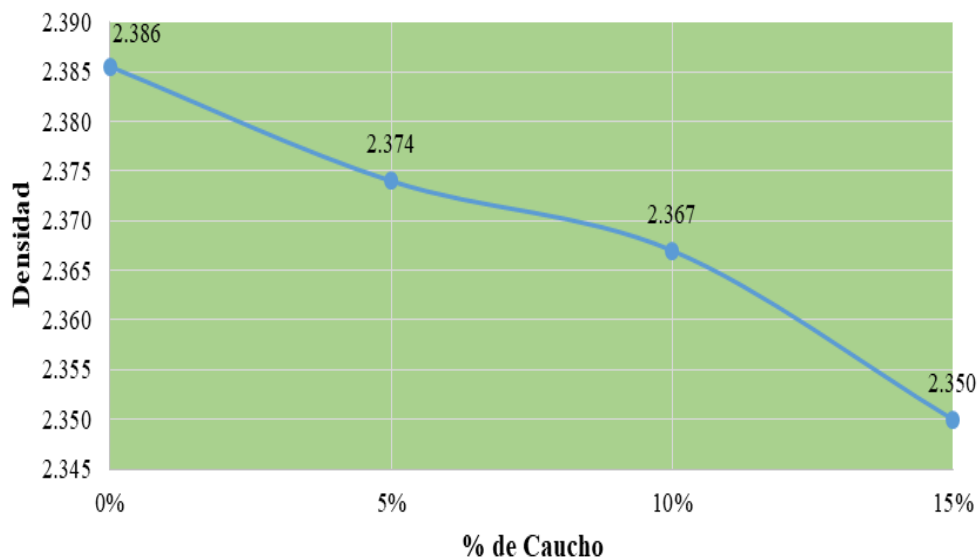
**Tabla N°48.** Densidad del adoquín de asfalto

Diseños	Muestras		Densidad Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )
	1	2	
0%	2.383	2.388	2.386
5%	2.372	2.376	2.374
10%	2.364	2.370	2.367
15%	2.357	2.343	2.350

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 9.** Densidad vs % de caucho reciclado

#### Densidad del adoquin de asfalto



Fuente: elaboración propia.

Se observa en la **tabla N°48** y **Gráfica 7**, que las densidades de los adoquines de asfalto en caliente disminuyen a medida que se adicione el caucho en porcentajes, siendo el adoquín patrón 2.386 g/cm<sup>3</sup> (0%), 2.374 g/cm<sup>3</sup> (5%), 2.367 g/cm<sup>3</sup> (10%) y 2.350 g/cm<sup>3</sup> (15%), esto debido a que su peso específico del caucho es menor que la arena gruesa, la cual lo hace más liviano. Así mismo, el proceso por la vía seca con el cual se adiciono el caucho en la mezcla

asfáltica permitió a que no haya una homogeneidad en el mezclado y conlleve a la aparición de vacíos disminuyendo su densidad.

- **Porcentaje de vacíos**

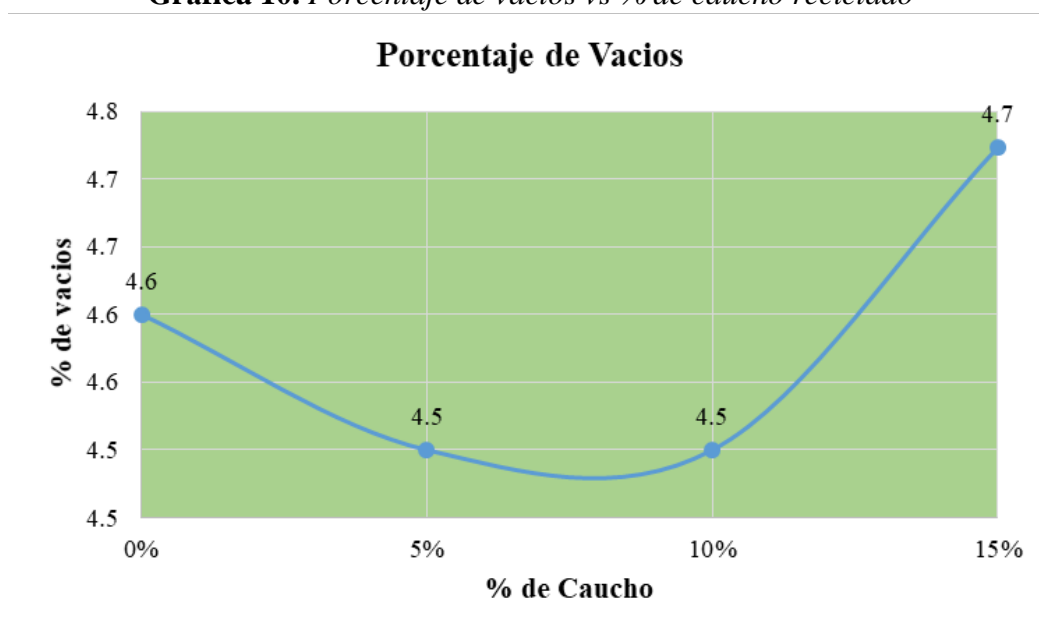
Aplicando la ecuación N° 8, se tiene.

**Tabla N°49.** *Porcentaje de vacíos del adoquín de asfalto*

Diseños	Peso específico Máximo de las Muestras (g/cm <sup>3</sup> )		Peso específico Promedio (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad Promedio (gr/cm <sup>3</sup> )	Porcentaje de vacíos (%)
	1	2			
0%	2.496	2.502	2.499	2.386	4.6
5%	2.486	2.483	2.485	2.374	4.5
10%	2.475	2.482	2.479	2.367	4.5
15%	2.462	2.471	2.467	2.350	4.7

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 10.** *Porcentaje de vacíos vs % de caucho reciclado*



Fuente: elaboración propia.

En la **Gráfica 8**, se observa un comportamiento anómalo del porcentaje de vacíos del adoquín de asfalto, a pesar de ello los valores obtenidos tanto de la mezcla patrón y de las adicionadas están dentro de los parámetros estipulados en el manual de carreteras EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, donde los rangos del porcentaje de vacíos en mezclas asfálticas están entre 3% - 5%. Siendo, los valores obtenidos de la mezcla patrón de 4.6% (0%) y de las adicionadas de 4.5% (5%), 4.5% (10%) y 4.7% (15%).

Por lo cual, se determina según a los resultados obtenidos de que una adición en menor porcentaje de caucho genera mejores resultados, ya que el caucho tiende a ocupar los pequeños espacios entre las partículas del agregado en la mezcla asfáltica; mientras que en porcentajes mayores tiende a subir el porcentaje de vacíos, esto impulsado por la granulometría del caucho que genero a que no se produzca un mezclado homogéneo con el cemento asfáltico y además la concentración elevada entre ellas elevo la aparición de espacios disminuyendo la densidad. Así mismo, para que se realice una rápida digestión entre el cemento asfáltico y el caucho es preferible que sea en polvo ya que se obtiene mejores resultados.

### **Propiedades Mecánicas**

El adoquín de asfalto será ensayado al día siguiente de realizado la elaboración cuando el asfalto llegue a su temperatura ambiente.

La normativa técnica peruana no tiene alcance para este tipo de adoquines elaborados con asfalto, ya que su estudio se realizó con fines académicos para evaluar sus propiedades mecánicas, determinándose si su aplicación es adecuada para su uso como pavimento de tránsito vehicular ligero.

### **Resistencia a la Compresión**

- **Adoquín patrón**

**Tabla N°50. Resultados del ensayo a compresión**

<b>Muestras</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Carga (kgf)</b>	<b>Resistencia a la Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Edad en días</b>	<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Patrón	19.6	10.08	15758.2	79.8	1	87.3
	19.7	10.11	18756.6	94.2	1	
	19.8	10.07	17563	88.1	1	

Fuente: elaboración propia.

En la **Tabla N°50**, se observa que el adoquín patrón elaborado a base de asfalto no cumple con la resistencia a la compresión requerida especificado en la norma técnica peruana, siendo su resistencia promedio de 87.3 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Adoquín con 5% de caucho**

**Tabla N°51. Resultados del ensayo a compresión**

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
5%.	19.6	10.11	10728	54.1	1	53.8
	19.8	10.08	10620	53.2	1	
	19.8	10.09	10785	54.0	1	

Fuente: elaboración propia.

En la **Tabla N°51**, se observa que el adoquín de asfalto adicionado con 5% de caucho tampoco cumple con la resistencia a la compresión requerida por la normativa peruana como vía de tránsito vehicular liviano, siendo su resistencia obtenida de 53.8 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Adoquín con 10% de caucho**

**Tabla N°52. Resultados del ensayo a compresión**

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
10%	19.8	10.09	7597.1	38.0	1	37.8
	19.7	10.07	7499.1	37.8	1	
	20	10.09	7577.1	37.5	1	

Fuente: elaboración propia.

En la **Tabla N°52**, se observa que el adoquín de asfalto adicionado con 10% de caucho no cumple con la resistencia a la compresión requerida por la normativa peruana para su uso como pavimento de tránsito vehicular liviano, siendo su resistencia obtenida de 37.8 kg/cm<sup>2</sup>.

- **Adoquín con 15% de caucho**

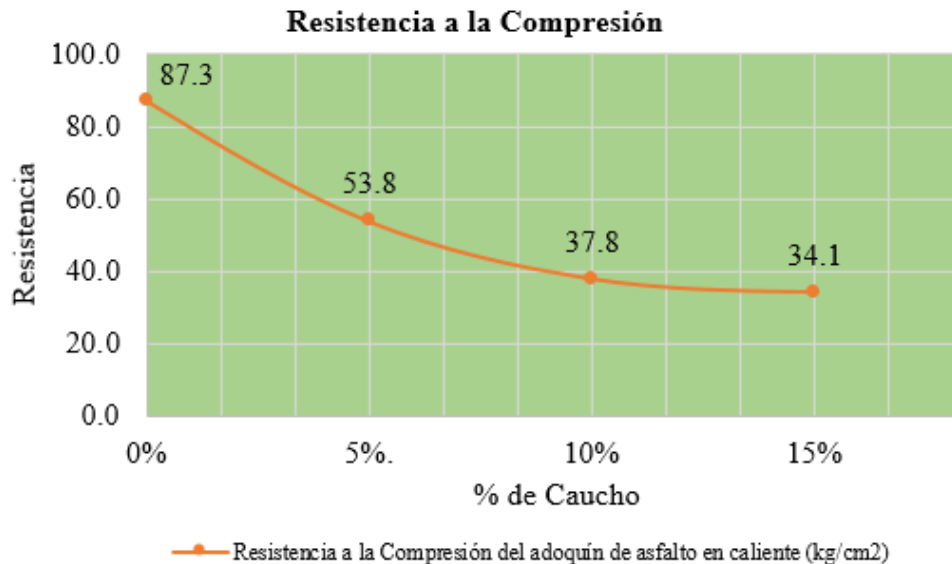
**Tabla N°53. Resultados del ensayo a compresión**

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
15%	19.7	10.10	6867.9	34.5	1	34.1
	19.6	10.08	6797.9	34.4	1	
	19.8	10.08	6657.9	33.4	1	

Fuente: elaboración propia.

En la **Tabla N°53**, se observa que el adoquín de asfalto adicionado con 15% de caucho no cumple con la resistencia a la compresión especificado por la normativa peruana, siendo su resistencia obtenida de 34.1 kg/cm<sup>2</sup>.

**Gráfica 11.** Resistencia a la compresión vs % de caucho reciclado



Fuente: elaboración propia.

De la **gráfica 11**, se observa que las resistencias a la compresión del adoquín elaborado de asfalto disminuyen conforme se adicione el caucho, debido a la granulometría que posee el material reciclado, lo cual no permite un mezclado uniforme con el asfalto generando un aumento de vacíos. Por ende, se da una disminución considerable en su resistencia conllevando a que la durabilidad en este caso del adoquín se ve afectada por la permeabilidad en la mezcla que proporciona espacios por donde el agua y aire puedan ingresar causando su deterioro.

Así mismo, cabe mencionar que al realizarse el ensayo a compresión el adoquín de asfalto una vez llegado a su falla tiende a recuperarse instantáneamente un comportamiento estructural que difícilmente se puede observar en la falla del concreto.



## Resistencia a la Flexión

- **Adoquín patrón**

**Tabla N°54. Resultados del ensayo a flexión**

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	1	2.3	23.5	23.2
	1	2.3	23.1	
	1	2.3	23.2	

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquín con 5% de caucho**

**Tabla N°55. Resultados del ensayo a flexión**

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
5%	1	1.7	17.1	17.4
	1	1.8	17.5	
	1	1.7	17.4	

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquín con 10% de caucho**

**Tabla N°56. Resultados del ensayo a flexión**

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
10%	1	1.4	13.7	13.8
	1	1.4	14.5	
	1	1.3	13.1	

Fuente: elaboración propia.

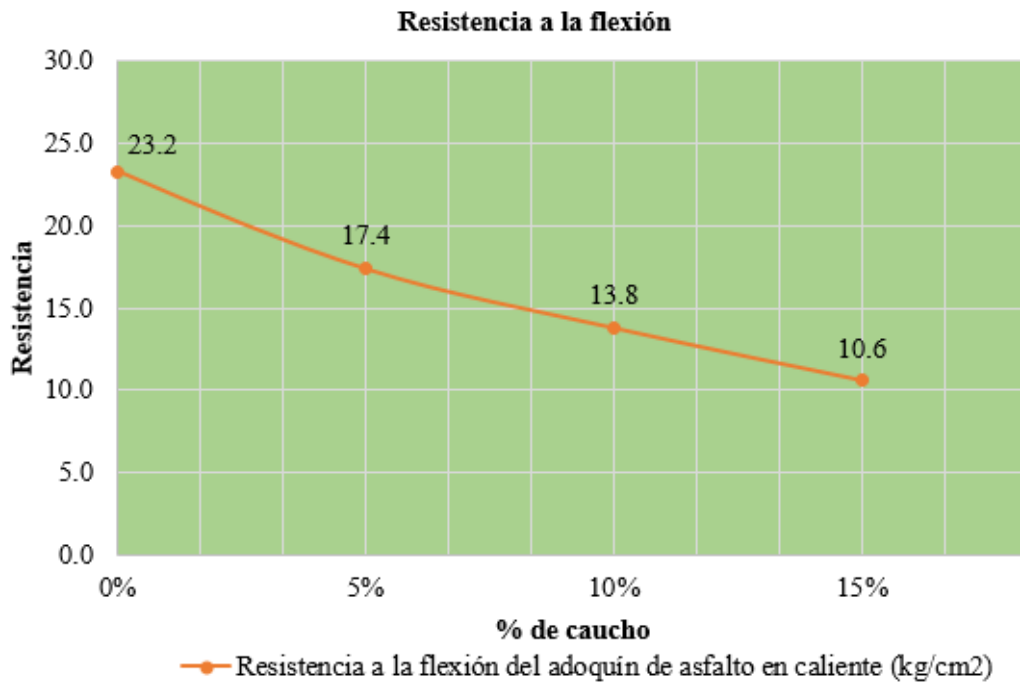
- **Adoquín con 15% de caucho**

**Tabla N°57. Resultados del ensayo a flexión**

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
15%	1	1.1	10.9	10.6
	1	1.1	10.6	
	1	1.0	10.4	

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 12.** Resistencia a la flexión vs % de caucho reciclado



Fuente: elaboración propia.

De la **gráfica 12**, se determina que la variación del porcentaje de caucho en los adoquines de asfalto disminuyen la resistencia a la flexión siendo estas 23 kg/cm<sup>2</sup> (0%), 17.4 kg/cm<sup>2</sup> (5%), 13.8 kg/cm<sup>2</sup> (10%) y 10.6 kg/cm<sup>2</sup> (15%), demostrando que su utilización se ve limitada para el uso vehicular. Esto, debido a que el incremento del vacío o espacios llenos de aire producto del caucho permitiendo una fácil deformación en los adoquines de asfalto. Asimismo, este tipo de adoquines no está condicionado por ninguna normativa en específico, pero a pesar de ello los parámetros de resistencia a la flexión no cumplen con la resistencia requerida. Sin embargo, para corroborar los resultados obtenidos es preciso realizar un diseño estructural del pavimento a base de adoquines de asfalto para conocer su comportamiento in situ y determinar un resultado más verídico.

**Identificando el costo del adoquinado de concreto y bloques de asfalto adicionados con material reciclado de neumático**

**Adoquines de concreto**

En este análisis de costos se identifica como el material de neumático afecta en el costo por metro cúbico de la mezcla de concreto para la elaboración de adoquines, en donde el material será añadido a la mezcla en porcentajes del 5%,10% y 15%.

**Tabla N°58. Costo de los insumos**

<b>Insumos</b>	<b>Und</b>	<b>Precio</b>
Cemento	bls	S/22.00
Confitillo de 3/8"	m3	S/45.00
Caucho	kg	S/0.90
Arena	m3	S/50.00
Agua	m3	S/2.87

Fuente: elaboración propia.

En la **tabla N° 58**, se observa los insumos para la elaboración de un metro cúbico de concreto con sus respectivos precios. Cabe mencionar que el precio del agua se tomó de acuerdo a la *estructura tarifaria aprobada mediante Resolución de Concejo Directivo N° 022-2015-SUNASS-CD* para los servicios de agua potable y alcantarillado, donde el costo del agua por m3 es de s/ 2.87 para la categoría Residencial – Doméstico (Debido al laboratorio en donde se realizó los ensayos).

- **Adoquín de concreto patrón**

Los pesos de cada material corresponden a los datos anteriores plasmados en la **tabla N° 20. Dosificación de la mezcla de concreto**, para la elaboración de los adoquines de concreto.

**Tabla N°59. Costo de la elaboración de la mezcla de concreto**

<b>Insumos</b>	<b>Pesos en Kg para m3</b>	<b>Precio</b>
Cemento	480	S/248.47
Confitillo de 3/8"	703	S/11.72
Caucho (0%)	0	S/0.00
Arena	1018	S/19.58
Agua	176	S/0.51
	<b>TOTAL</b>	<b>S/280.27</b>

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquín de concreto con 5% de caucho**

**Tabla N°60.** Costo de la elaboración de la mezcla de concreto

Insumos	Pesos en kg para m3	Precio
Cemento	480	S/248.47
Confitillo de 3/8"	703	S/11.72
Caucho (5%)	28	S/25.20
Arena	934	S/17.96
Agua	176	S/0.51
	<b>TOTAL</b>	<b>S/303.86</b>

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquín de concreto con 10% de caucho**

**Tabla N°61.** Costo de la elaboración de la mezcla de concreto

Insumos	Pesos en kg para m3	Precio
Cemento	480	S/248.47
Confitillo de 3/8"	703	S/11.72
Caucho (10%)	56	S/50.40
Arena	849	S/16.33
Agua	176	S/0.51
	<b>TOTAL</b>	<b>S/327.42</b>

Fuente: elaboración propia.

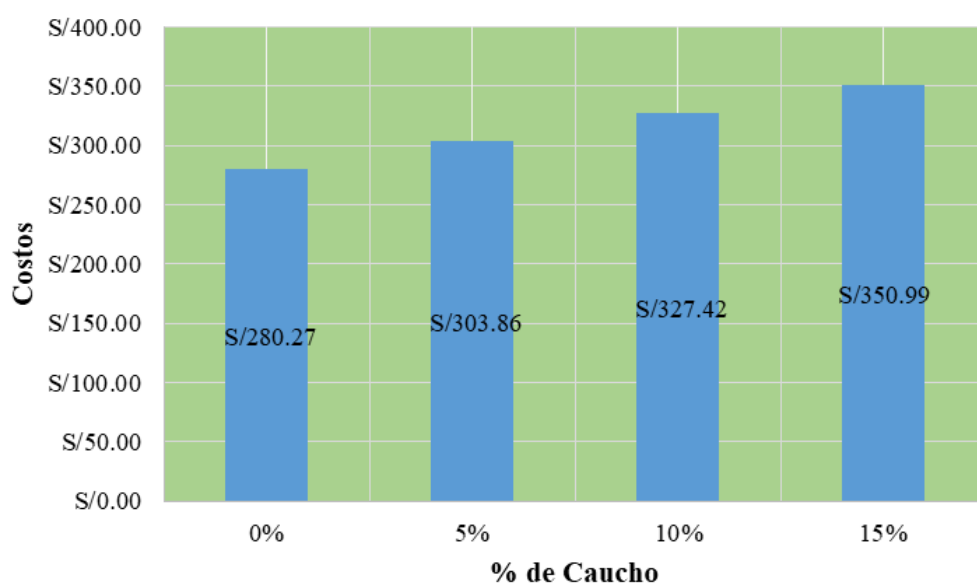
- **Adoquín de concreto con 15% de caucho**

**Tabla N°62.** Costo de la elaboración de la mezcla de concreto

Insumos	Pesos en kg para m3	Precio
Cemento	480	S/248.47
Confitillo de 3/8"	703	S/11.72
Caucho (15%)	84	S/75.60
Arena	764	S/14.69
Agua	176	S/0.51
	<b>TOTAL</b>	<b>S/350.99</b>

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 13.** Análisis comparativo del costo del concreto con caucho



Fuente: elaboración propia.

De la **gráfica 13**, se puede observar que el costo de la mezcla de un metro cúbico de concreto sufre una variación significativa de acuerdo a la incorporación de caucho respecto al peso del agregado fino siendo el concreto patrón de s/ 280.27 (0%), s/ 303.86 (5%), s/ 327.42 (10%) y s/ 350.99 (15%), demostrándose que la adición del caucho incrementa el costo de la mezcla de concreto para la elaboración de adoquines de concreto. Por lo tanto, su uso no es favorable, ya que su incremento del costo no se ve beneficiada con su resistencia la cual se deja a criterio su aplicación para la conformación de un pavimento de tránsito vehicular ligero.

### Adoquines de asfalto

En este análisis de costos se evalúa como el material de neumático afecta en el costo por metro cúbico de la mezcla de asfalto para la elaboración de adoquines, en donde el material será añadido a la mezcla en porcentajes del 5%, 10% y 15%.

**Tabla N°63.** Costo de los insumos

Insumos	Und	Precio
Cemento asfáltico	gal	S/10.00
Cemento sol tipo I	bls	S/22.00
Confitillo de 3/8"	m3	S/45.00
Piedra de 1/2"	m3	S/45.00
Caucho	kg	S/0.90
Arena	m3	S/50.00

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquín de asfalto patrón**

La cantidad en pesos de cada material utilizados según a los datos de **tabla N°26. Cuantificación de la proporciones para la mezcla asfáltica**, para la elaboración de un metro cúbico.

**Tabla N°64. Costo de la elaboración de la mezcla asfáltica**

Insumos	Pesos en kg para m3	Precio
Cemento asfáltico	131	S/329.15
Cemento sol tipo I	23	S/11.91
Confitillo de 3/8"	937	S/15.62
Piedra de 1/2"	402	S/7.87
Caucho (0%)	0	S/0.00
Arena	1339	S/25.75
	<b>TOTAL</b>	S/390.29

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquín de asfalto con 5% de caucho**

**Tabla N°65. Costo de la elaboración de la mezcla asfáltica**

Insumos	Pesos en kg para m3	Precio
Cemento asfáltico	131	S/329.15
Cemento sol tipo I	23	S/11.91
Confitillo de 3/8"	937	S/15.62
Piedra de 1/2"	402	S/7.87
Caucho (5%)	67	S/60.30
Arena	1272	S/24.46
	<b>TOTAL</b>	S/449.30

Fuente: elaboración propia.

- **Adoquín de asfalto con 10% de caucho**

**Tabla N°66. Costo de la elaboración de la mezcla asfáltica**

Insumos	Pesos en kg para m3	Precio
Cemento asfáltico	131	S/329.15
Cemento sol tipo I	23	S/11.91
Confitillo de 3/8"	937	S/15.62
Piedra de 1/2"	402	S/7.87
Caucho (10%)	134	S/120.60
Arena	1205	S/23.17
	<b>TOTAL</b>	S/508.31

Fuente: elaboración propia.

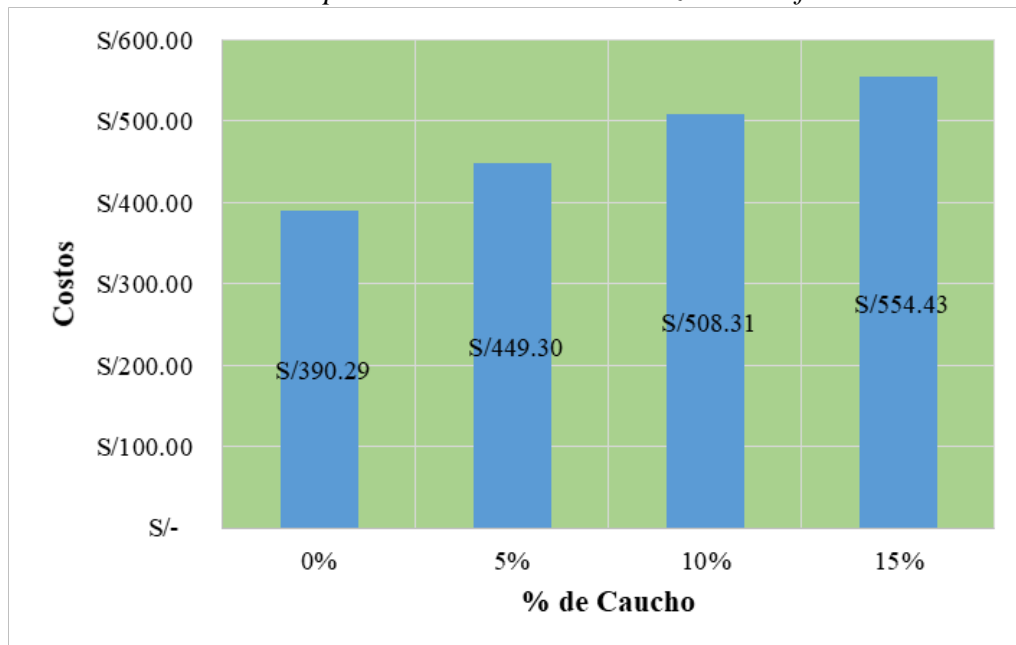
- **Adoquín de asfalto con 15% de caucho**

**Tabla N°67. Costo de la elaboración de la mezcla asfáltica**

Insumos	Pesos en kg para m <sup>3</sup>	Precio
Cemento asfáltico	131	S/329.15
Cemento sol tipo I	23	S/11.91
Confitillo de 3/8"	937	S/2.73
Piedra de 1/2"	402	S/7.87
Caucho (15%)	201	S/180.90
Arena	1138	S/21.88
	<b>TOTAL</b>	<b>S/554.43</b>

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 14. Análisis comparativo del costo de la mezcla de asfáltica con caucho**

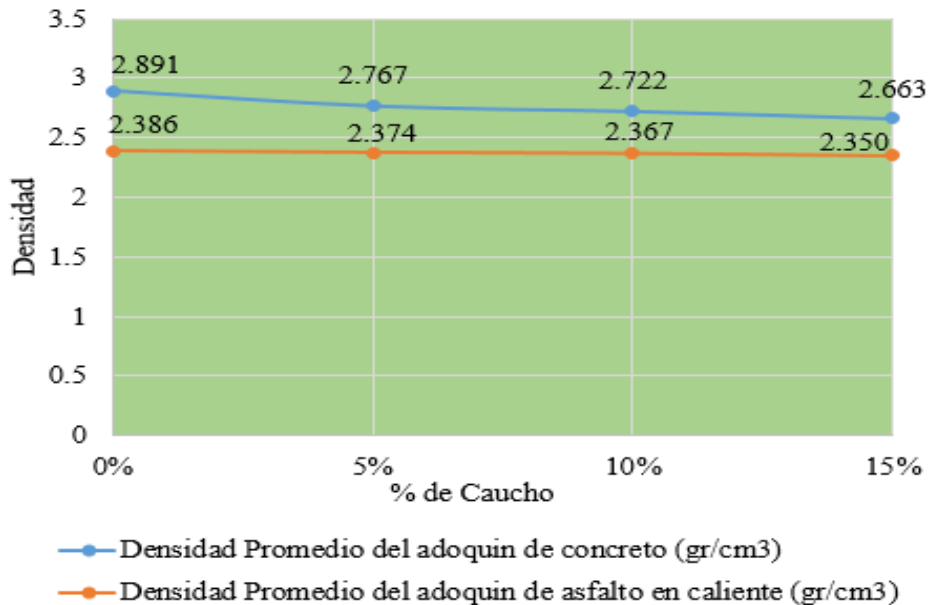


Fuente: elaboración propia.

De la **gráfica 14**, se observa que el costo de un metro cúbico de mezcla asfáltica se incrementa considerablemente a medida que se le adicione caucho reciclado con respecto al peso del agregado fino siendo la mezcla de asfalto patrón de s/ 390.29 (0%), s/ 449.30 (5%), s/ 508.31 (10%) y s/ 554.43 (15%), demostrándose que la variación del caucho eleva el costo de la mezcla asfáltica para la elaboración de adoquines de asfalto. Por consiguiente, su uso no se ve favorecido debido principalmente a que sus propiedades mecánicas obtenidas se encuentran por muy debajo de las permitidas para un pavimento vehicular; es decir que su costo-beneficio no satisface su demanda.

**Analizando la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades Físicas- Mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto**  
**Adoquines de concreto y el bloque de asfalto en caliente**  
**Propiedades Físicas**

**Gráfica 15.** *Densidad del adoquín de concreto y asfalto*



Fuente: elaboración propia.

De la **Gráfica 15**, se observa que tanto la densidad promedio de los adoquines de concreto y asfalto disminuyen de acuerdo a la adición de caucho reciclado. Ya que, como lo mencionado anteriormente el caucho al entrar en contacto con el asfalto esta tiende a no mezclarse uniformemente conllevando al incremento de los vacíos y por ende la baja densidad en los dos tipos de adoquines haciéndolas más livianas a diferencia de las mezclas patrón de concreto y asfalto. Así mismo, se observa que una adición del 5% de caucho en la mezcla de concreto y siendo su densidad de 2.767 g/cm<sup>3</sup> es recomendable ya que al ser más liviana facilita su manipulación a la hora de realizar la colocación de un pavimento intertrabado. Tal como sucede en el adoquín de asfalto donde la adición del porcentaje mencionado disminuye el porcentaje de vacíos, aunque su densidad de 2.374 g/cm<sup>3</sup> es baja en relación a la mezcla patrón.



## Propiedades Mecánicas

### Resistencia a la compresión del Adoquín de concreto y de asfalto

Se presenta el resumen de los resultados obtenidos de la resistencia la compresión de los adoquines de concreto y asfalto en caliente (Patrón y con las adiciones de caucho de 5%, 10% y 15%), con fines de comparación. Ver **tabla N° 58** y **N°59**.

**Tabla N° 70.** *Resumen de la Resistencia a Compresión del adoquín de concreto*

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	19.8	10.07	94580.4	474.4	28	471.7
	19.8	10.12	93764.1	467.9	28	
	19.7	10.10	94087.0	472.9	28	
5%.	19.9	10.11	86709.4	431.0	28	431.8
	19.8	10.08	85703.5	429.4	28	
	19.8	10.09	86925.0	435.1	28	
10%	19.7	10.11	58259.0	292.5	28	290.9
	19.9	10.08	58703.5	292.7	28	
	19.7	10.10	57225.0	287.6	28	
15%	19.8	10.07	47314.9	237.3	28	237.4
	19.9	10.10	48703.5	242.3	28	
	19.7	10.09	46225.0	232.6	28	

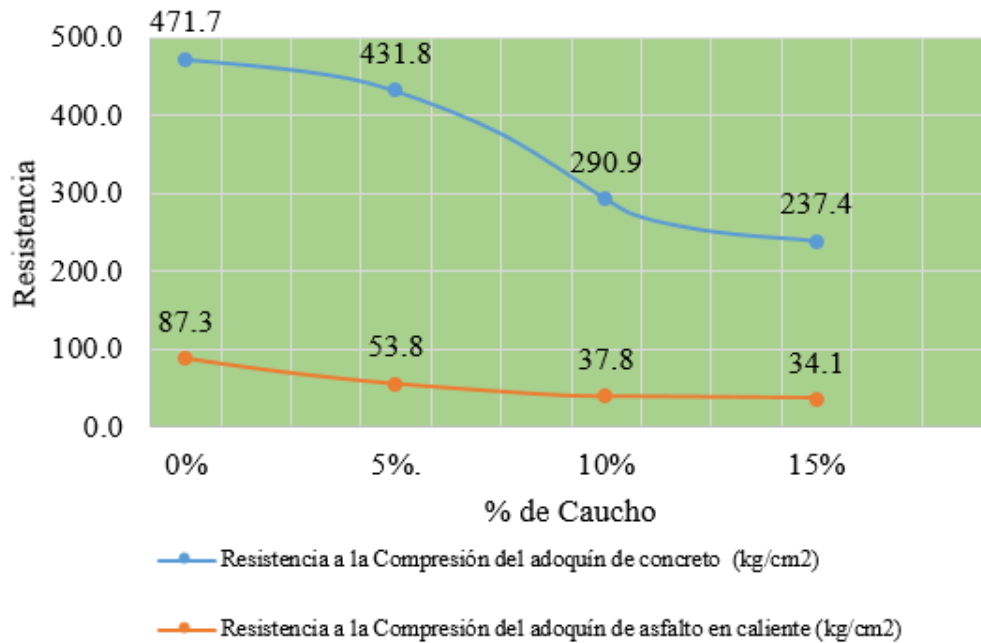
Fuente: elaboración propia.

**Tabla N° 71.** *Resumen de la Resistencia a la Compresión del adoquín de asfalto*

Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Carga (kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad en días	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	19.6	10.08	15758.2	79.8	1	87.3
	19.7	10.11	18756.6	94.2	1	
	19.8	10.07	17563.0	88.1	1	
5%.	19.6	10.11	10728.0	54.1	1	53.8
	19.8	10.08	10620.0	53.2	1	
	19.8	10.09	10785.0	54	1	
10%	19.8	10.09	7597.1	38	1	37.8
	19.7	10.07	7499.1	37.8	1	
	20.0	10.09	7577.1	37.5	1	
15%	19.7	10.10	6867.9	34.5	1	34.1
	19.6	10.08	6797.9	34.4	1	
	19.8	10.08	6657.9	33.4	1	

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 16.** Resistencia a la compresión vs % de caucho reciclado



Fuente: elaboración propia.

De la **gráfica N° 16**, se observa una gran diferencia de la resistencia a la compresión del adoquín de concreto respecto al bloque de asfalto, demostrando así que el adoquín de concreto patrón y el adicionado en un 5% de caucho cumplen con lo especificado en la NTP 399.611 y 399.604, haciendo factible su uso para pavimento de tránsito vehicular liviano, además su adición del 10% y 15% si bien no están dentro de los parámetros de la norma, su uso es recomendable para la conformación de una vía peatonal.

Respecto a los adoquines elaborados a base de asfalto no cumplen con la normativa técnica peruana, ya que estas poseen una baja resistencia a la compresión limitándolos su uso para un pavimento a base de adoquines. Además, la granulometría del caucho y en los porcentajes adicionados a la mezcla asfáltica no favorece en la mejora de sus propiedades físicas y mecánicas.

## Resistencia a la flexión del Adoquín de concreto y de asfalto

**Tabla N° 60.** *Resumen de la Resistencia a flexión del concreto*

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	1	5.1	51.4	51.8
	1	5.2	52.2	
	1	5.2	51.7	
5%	1	4.7	47.3	47.4
	1	4.8	48.3	
	1	4.7	46.7	
10%	1	3.2	32.2	32.0
	1	3.1	30.8	
	1	3.3	33.0	
15%	1	2.6	26.0	25.3
	1	2.5	25.3	
	1	2.5	24.7	

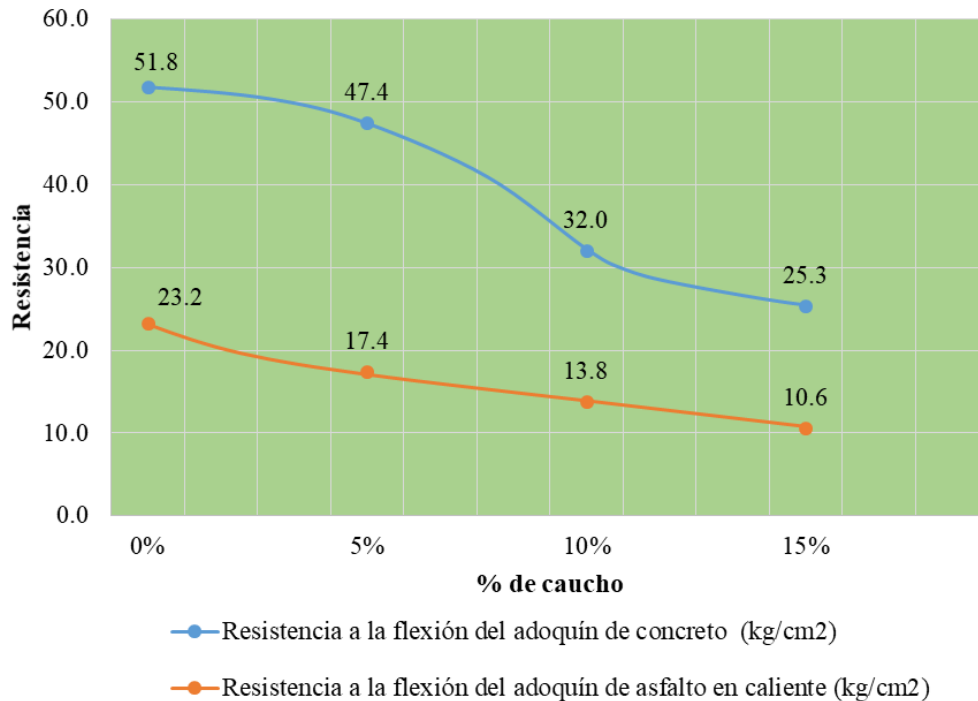
Fuente: elaboración propia.

**Tabla N° 61.** *Resumen de la Resistencia a flexión del asfalto*

Muestras	Edad en días	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
0%	1	2.3	23.5	23.2
	1	2.3	23.1	
	1	2.3	23.2	
5%	1	1.7	17.1	17.4
	1	1.8	17.5	
	1	1.7	17.4	
10%	1	1.4	13.7	13.8
	1	1.4	14.5	
	1	1.3	13.1	
15%	1	1.1	10.9	10.6
	1	1.1	10.6	
	1	1.0	10.4	

Fuente: elaboración propia.

**Gráfica N°17.** Resistencia a la flexión vs % de caucho reciclado.



Fuente: elaboración propia.

De la **Gráfica N°17**, se muestra una disminución tanto en la resistencia a la flexión del adoquín de concreto y asfalto adicionado en porcentajes de 5%,10% y 15%, debido a la poca adherencia y al mezclado disparejo que tiene caucho con las dos mezclas, permitiendo así al aumento del porcentaje de vacíos repercutiendo considerablemente en la baja resistencia a la flexión.

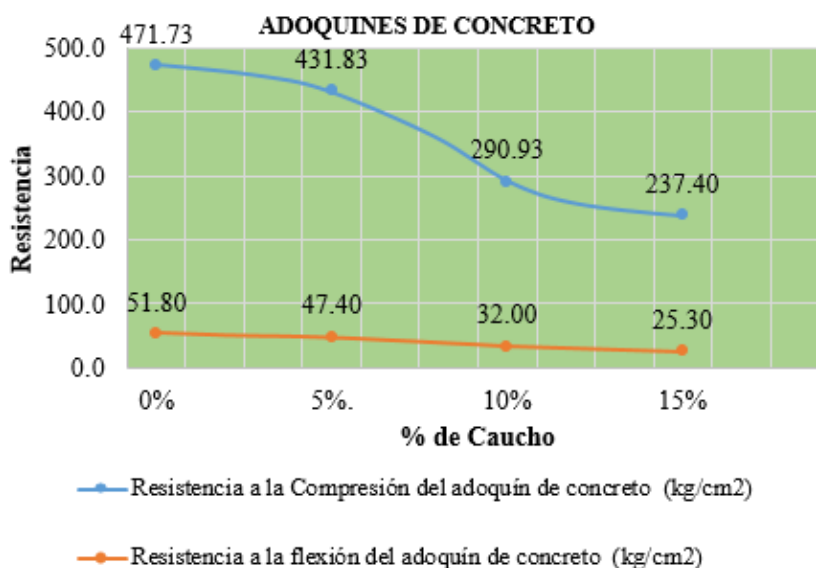
A pesar, de ello las resistencias a la flexión del adoquín de concreto patrón y su adición con el 5% cumplen con los parámetros normales para su elaboración. Mientras que sus porcentajes del 10% y 15% de caucho está limitada su uso para un pavimento peatonal.

En cuanto a los adoquines a base de asfalto se puede determinar que los resultados obtenidos tanto de la mezcla patrón y las adicionadas con el 5%, 10% y 15% de caucho no cumplen con los parámetros para su elaboración.

#### **IV. DISCUSIÓN**

1. En los resultados obtenidos se observa una disminución significativa de la resistencia a la compresión de los adoquines adicionados con caucho en porcentajes del 5%, 10% y 15%. Esto debido, a la poca adherencia que existe entre el caucho y la mezcla de concreto, generando el aumento del porcentaje de vacíos en su interior por lo cual una disminución en su resistencia. Por ende, no estaría cumpliendo con la normativa NTP 399.611 y 399.604, ya que los valores están fuera de los parámetros permitidos de la presente norma.

Según, los autores Edezma y Yauri (2018) obtuvieron como resultado que la adición del caucho reciclado disminuye las resistencias a la compresión y flexión, esto debido al aumento de la porosidad y a la poca adhesión que tiene en la mezcla de concreto. Así mismo, la adición o uso del caucho en un 25% representa una mejor opción ya que se asemeja a la resistencia patrón manteniendo sus características mecánicas de acuerdo a los resultados obtenidos.

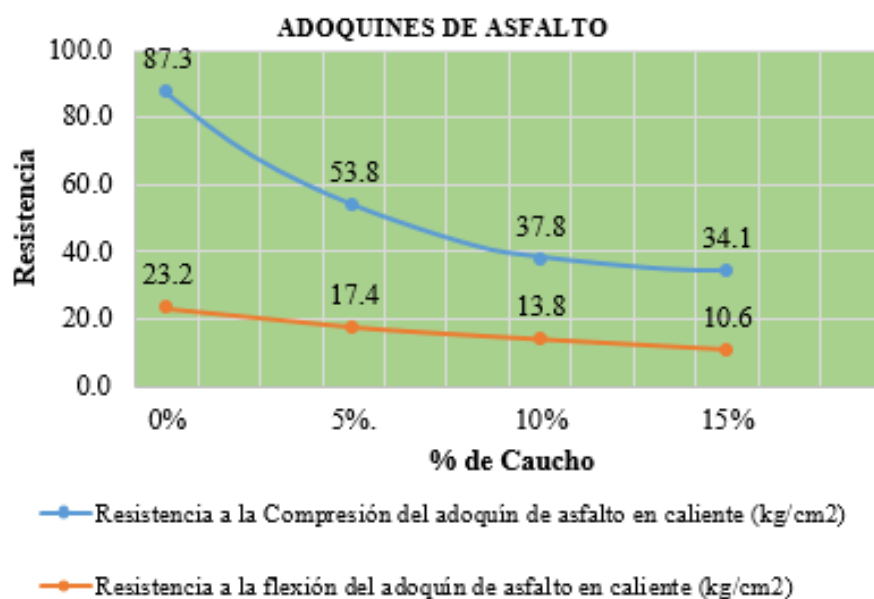


Los resultados guardan semejanza con los resultados del antecedente, pero en esta presente investigación se utilizó porcentajes que varían de 5%, 10% y 15%, mientras que el antecedente utilizó porcentajes del 25%, 35% y 40%.

2. En el resultado obtenido se aprecia una disminución tanto en la resistencia a la flexión y compresión del adoquín de asfalto en caliente adicionado en porcentajes de 5%, 10% y 15%, debido a la diferencia de la temperatura en cual se realiza el mezclado del caucho reciclado y el cemento asfáltico, no se logran una adherencia homogénea permitiendo el aumento de los vacíos en su interior, generándose la disminución de la resistencia a compresión y flexión, no obstante se observó que si bien es cierto que la resistencia

disminuye la recuperación del adoquín al termino de realizar los ensayos tanto a compresión y flexión fue inmediata semejante al comportamiento estructural de un pavimento flexible. Cabe resaltar que los resultados obtenidos no cumplen con la normativa 399.611 y 399.604 de la norma técnica peruana.

Respecto a Armijos (2011), obtuvo como resultado que el bloque de asfalto tiene una baja resistencia a la compresión siendo su máxima resistencia a la carga de diseño igual a 20kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la resistencia a la flexión el bloque de asfalto con el FBC como cementante influyo a que este sea más rígido siendo su máxima resistencia de 8kg/cm<sup>2</sup>.



En los resultados obtenidos guardan una relación con el antecedente, pero la investigación tomada utiliza como adición al adoquín de asfalto ceniza FBC como material cementante, mientras la presente investigación utilizó caucho reciclado en porcentajes de 5%, 10% y 15% con respecto al peso del agregado fino.

3. El costo de la mezcla de un metro cúbico de concreto sufre una variación significativa de acuerdo a la incorporación de caucho respecto al peso del agregado fino siendo el concreto patrón de s/ 280.27 (0%), s/ 303.86 (5%), s/ 327.42 (10%) y s/ 350.99 (15%), demostrándose que la adición del caucho incrementa el costo de la mezcla de concreto para la elaboración de adoquines de concreto. De igual manera en la mezcla de asfalto siendo el patrón de s/ 390.29 (0%), s/ 449.30 (5%), s/ 580.31 (10%) y s/ 554.43 (15%), demostrándose que también la variación del caucho eleva el costo de la mezcla asfáltica para la elaboración de adoquines de asfalto.

De acuerdo a Fajardo y vergaray (2014), obtuvo como resultado que el costo de la mezcla asfáltica modificada con caucho no cumple con las condiciones económicas al tener un mayor costo unitario diferenciándose respecto a la convencional de un 9% cuando se utiliza 1% de polvo de neumático. Así mismo, igual situación experimenta el concreto adicionado con caucho respecto Yugsi (2018), obtuvo como resultado que la principal causa de que el adoquín con caucho sea mayor se debe a la adquisición de la materia prima.

Por lo cual, los resultados obtenidos guardan semejanza con el antecedente, ya que el caucho en los porcentajes añadidos en la mezcla de concreto elevada el costo haciéndola poco rentable para su aplicación en un pavimento de tránsito vehicular ligero.

4. La incorporación de caucho reciclado no mejora las propiedades físicas- mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto, esto debido por la poca adherencia y el incremento de la porosidad en las mezclas estudiadas. Sin embargo la adición en porcentajes pequeñas como en el 5% cumple con la normativa técnica peruana NTP 399.611 y 399.604, permitiendo a que se reduzca el número de neumáticos en el medio ambiente.

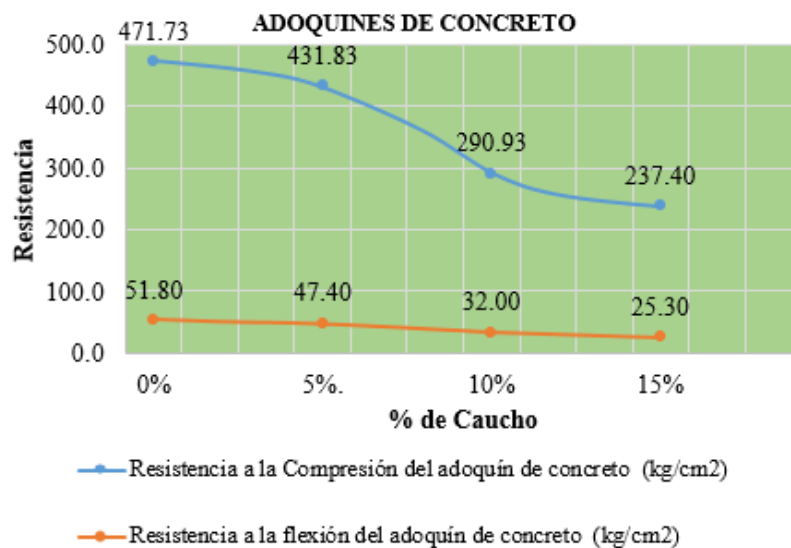
Con respecto a Yugsi (2018), obtuvo como resultado que el polvillo de caucho en el hormigón convencional como sustituto del agregado fino no mejora las propiedades mecánicas de los adoquines, aunque existen porcentajes óptimos como el 8% y 12% que cumplen con la norma vigente NTE INEN 3040 (2015), siendo un gran beneficio para el medio ambiente ya que permitiría a reducir casi 2000 llantas en 1km de pavimento a base de adoquines.

Entonces los resultados obtenidos guardan relación con el antecedente, al conocerse que la adición de caucho no favorece en la mejora de las propiedades físicas-mecánicas del adoquín de concreto; cabe mencionar que en la investigación se utilizó el caucho en porcentajes de 5%,10% y 15%.

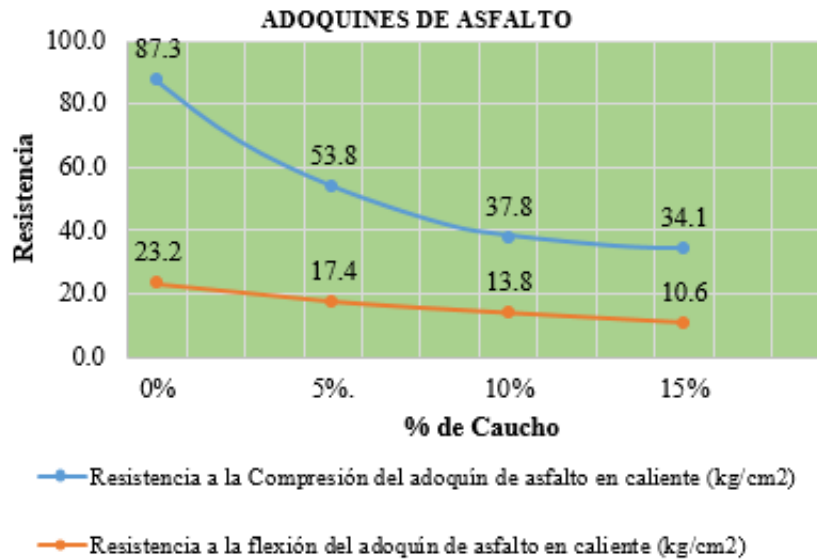


## **V. CONCLUSIONES**

1. Se concluye que la incorporación de caucho reciclado de neumático en porcentajes de 5%, 10% y 15% para la elaboración de adoquines de concreto no mejoran sus propiedades físicas-mecánicas, debido a la poca adherencia y al incremento de los vacíos que este ocasiona en la mezcla de concreto. Sin embargo, una adición con el 5% de caucho cumple con la normativa NTP 399.611 y 399.604, al tener valores dentro de los parámetros establecidos por la presente norma haciéndola factible para su uso en una vía de tránsito vehicular ligero y con lo cual también se estaría contribuyendo a la reducción de este material que tanto daño causa al medio ambiente.



2. Se determinó que la poca adherencia y la granulometría del caucho adicionados en porcentajes del 5%, 10% y 15% respecto al peso del agregado fino repercutieron negativamente en las propiedades físicas-mecánicas de los adoquines elaborados de asfalto, incrementando el porcentaje de vacíos y por consiguiente disminuyendo su resistencia a la compresión y flexión. Además, si bien la elaboración de adoquines con asfalto no tiene una normativa al cual regirse se puede concluir que los resultados obtenidos no cumplen con las especificaciones técnicas de la NTP 399.611 y 399.604, donde la resistencia a la compresión en el concreto es mínima de 380 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que en los adoquines de asfalto en este ensayo llegaron a sus resistencias características de este tipo de material siendo su mínimo valor de 34.1 kg/cm<sup>2</sup>, limitando su uso en una vía de tránsito vehicular liviano.



3. Los resultados obtenidos de los adoquines de concreto y asfalto adicionados con porcentajes de caucho, según el análisis de costos tienen un precio mayor a medida que se aumente el material reciclado. Por lo cual, no son económicamente rentables en comparación con los convencionales, esto debido por los costos que emana su proceso al adquirir el caucho reciclado. Cabe resaltar también que el costo de los adoquines de asfalto son aún mayores en comparación con los del concreto, siendo la diferencia con la adición del 15% en del asfalto de S/554.43 frente a los S/350.99 del concreto en un metro cubico de cada mezcla.

4. En conclusión, las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto no se ven beneficiadas con la adicción de caucho en porcentajes del 5%,10% y 15%, principalmente los dos últimos valores las cuales no cumplen con las especificaciones técnicas de la NTP 399.611 y 399.604, para su uso en un pavimento de tránsito vehicular liviano esto respecto al concreto. En cuanto al asfalto los valores tanto de la mezcla patrón y las adicionadas no cumplen con la normativas mencionadas debido a que los resultados de las residencias están por muy debajo de las requeridas haciendo que se limite su elaboración.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar adoquines de concreto con otros porcentajes de adición de caucho reciclado que se adecuen mejor y logren la resistencia requerida por la norma NTP 399.611 y 399.604.
2. Se recomienda limitar el uso del adoquín de asfalto en caliente debido a que este no cumple con las resistencias estipuladas por la normativa para la conformación de un pavimento de tránsito vehicular liviano. Además se debe de ahondar su estudio de sus diversos factores que puedan causar su deterioro Así mismo, si se quiere obtener mejores resultados de durabilidad de adoquín de asfalto es preferible adicionar el caucho en polvo debido al rápido mezclado y disminución de vacíos que genera.
3. Se recomienda evaluar muy a fondo el análisis de costo y beneficio de la elaboración de los adoquines de concreto y asfalto para su aplicación en un pavimento vehicular, específicamente el de asfalto según a lo investigado en este presente trabajo.
4. Se recomienda posibles títulos para las investigaciones futuras:  
Análisis del comportamiento estructural de un pavimento intertrabado a base de adoquines de caucho reciclado para uso peatonal, con el fin de aprovechar sus componentes de este material para su aplicación como un elemento estructural y a la vez contribuir su reducción del medio ambiente.  
Evaluación de la mezcla asfáltica con HDPE reciclado para mejorar las características visco elásticas del pavimento flexible, esto con el fin de aprovechar y mejorar las propiedades visco elásticas del pavimento flexible mediante la adición de este material para su mejor comportamiento estructural.

## **REFERENCIAS**

1. ALBAYATI, Amjad H [et al]. Moisture Susceptibility of Sustainable Warm Mix Asphalt [en línea]. July-August 2018, ID 3109435. [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2019]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1155/2018/3109435>
2. ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación [en línea]. 6.<sup>a</sup>ed. Caracas: Episteme, C.A., 2012 [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/301894369\\_EL\\_PROYECTO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_6a\\_EDICION](https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION)  
ISBN: 980-07-8529-9
3. ARMIJOS, Víctor. Estudio del diseño estructural y constructivo de pavimentos articulados en base a bloques de asfalto. Tesis (título de ingeniero civil). Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2011. Disponible en:  
<https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/1468/564616.pdf>
4. ARAUZ, Paola, LASSO, Carlos y CHÁVEZ, Jennifer. Incidencia del empleo del hormigón fibroreforzado en el diseño de elementos sujetos a flexión. Tesis (título de ingeniero civil). Quito: Universidad central del Ecuador, 2016. Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7874>
5. ¿Por qué la quema de llantas daña tanto la salud? [en línea]. Agencia Peruana de Noticias. 12 de Abril 2018. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2019]. Disponible en:  
<https://andina.pe/Agencia/noticia-humo-negro-comas-que-quema-llantas-dana-tanto-salud-706330.aspx>
6. CASTRO, William., RONDON, Hugo. y BARRENO, Juan. Evaluación de las propiedades reológicas y térmicas de un asfalto convencional y uno modificado con un desecho de PEBD. Revista ingeniería, 2015, vol. 21, n°1. [Fecha de consulta: 18 de Febrero de 2019]. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v21n1/v21n1a01.pdf>  
ISSN: 2344-8393
7. CUZCO, Ana. Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas entre el Adoquín Convencional y el Adoquín de Caucho. Tesis (título de ingeniero civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2015. Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5156/1/T-UCE-0011-194.pdf>
8. DIAZ, Cesar y CASTRO, Liliana. Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar

- pavimentos sostenibles en Bogotá. Tesis (título de ingeniero civil). Colombia: Universidad Santo Tomas, 2017. Disponible en:  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2633/Diazcesar2017.pdf>
9. ELAEZ, G, VELASQUEZ, S y GIRALDO, D. Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura. Revista ciencia e ingeniería Neogranadina [en línea]. Febrero, 2017, p.27-50. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2018]. Disponible en:  
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2143/2479>  
ISSN: 1909-7735
  10. FAJARDO, Luis y VERGARAY, Douglas. Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. Tesis (título de ingeniero civil). Perú: Universidad San Martín de Porres, 2014. Disponible en:  
[http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1044/1/vergaray\\_da.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1044/1/vergaray_da.pdf)
  11. FERNANDEZ, Enio y RAMOS, Livia. Uso de residuos de caucho en pavimentos de asfalto: una revisión de la literatura [en línea]. Revista científica, 2018, vol. 2. [Fecha de consulta: 25 de Febrero de 2019]. Disponible en:  
<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ingenieria-civil/pavimentacao-asfaltica-3>  
ISSN: 2448-0959
  12. GUIA de instalación de adoquines de concreto. Guatemala: Instituto del Cemento y Concreto de Guatemala, 2014.p.5.  
Disponible en:  
<https://docplayer.es/52835177-Manual-de-instalacion-adoquines-de-concreto.html>
  13. HERNADEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6.<sup>a</sup>ed. México D.F: Interamericana editores, S.A de C.V., 2014 [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2018]. Disponible en:  
[https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)  
ISBN: 978-1-4562-2396-0



14. IBRAHIM, Mohd [et al]. A Review on the Effect of Crumb Rubber Addition to the Rheology of Crumb Rubber Modified Bitumen [en línea]. May-september 2013, ID 415246. [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2019]. Disponible en:  
<http://www.dx.doi.org/10.1155/2013/415246>
15. ISLAM, M y NAHIAN, M. Improvement of Waste Tire Pyrolysis Oil and Performance Test with Diesel in CI Engine [en línea]. July-august 2016, ID 5137247 [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2019]. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1155/2016/5137247>
16. INDECOPI (2014). NTP 400.037 AGREGADOS. Especificaciones para agregados en concreto [en línea]. 3ª ed. Lima: Perú. Disponible en:  
[https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)
17. INDECOPI (2013). NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª ed. Lima: Perú. Disponible en:  
[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma\\_tecnica\\_peruana\\_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf)
18. INDECOPI (2011). NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados [en línea]. 3ª ed. Lima: Perú. Disponible en:  
[https://kupdf.net/download/ntp-400-017-2011-agregados-m-eacute-todo-de-ensayo-para-determinar-el-peso-unitario-del-agregado\\_59138d9edc0d608a32959e7e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-400-017-2011-agregados-m-eacute-todo-de-ensayo-para-determinar-el-peso-unitario-del-agregado_59138d9edc0d608a32959e7e_pdf)
19. INDECOPI (2013). NTP 400.018 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N°200) por lavado en agregados. 3ª ed. Lima: Perú.
20. INDECOPI (2013). NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino [en línea]. 3ª ed. Lima: Perú. Disponible en:  
[https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf)
21. INDECOPI (2002). NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso [en línea]. 2ª ed. Lima: Perú. Disponible en:

- [https://www.academia.edu/26938679/NORMA\\_T%C3%89CNICA\\_NTP\\_400.021\\_PERUANA\\_2002](https://www.academia.edu/26938679/NORMA_T%C3%89CNICA_NTP_400.021_PERUANA_2002)
22. INDECOPI (2017). NTP 399.611 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos. 3ª ed. Lima: Perú
  23. INDECOPI (2002). NTP 399.604 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto [en línea]. Lima: Perú. Disponible en:  
[https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604\\_2002\\_59efca8908bbc537369d180e\\_pdf](https://kupdf.net/download/norma-tecnica-peruana-ntp-399604_2002_59efca8908bbc537369d180e_pdf)
  24. INSTITUTO del cemento y del Hormigón [en línea]. Pavimentos de Adoquines. Santiago: ICH, 2013. Disponible en:  
[https://issuu.com/ich\\_mkt/docs/manual\\_diseno\\_de\\_pavimentos\\_de\\_adoq](https://issuu.com/ich_mkt/docs/manual_diseno_de_pavimentos_de_adoq)
  25. INSTITUTO Mexicano del cemento y del concreto [en línea]. Pruebas de resistencia a la compresión del concreto. Ciudad de México: IMCYC, 2006. Disponible en:  
<http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>
  26. JINYU, Yang [et al]. Effect of Short-Term Aging Process on the Moisture Susceptibility of Asphalt Mixtures and Binders Containing Sasobit Warm Mix Additive [en línea]. october-November 2015, ID 425827. [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2019]. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1155/2015/425827>
  27. LOPEZ, Marvin y PINEDO, Marco. Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación, adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación - Nuevo Chimbote - 2015. Tesis (título de ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional del Santa, 2015. Disponible en:  
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2707>
  28. MAYA, Esther. Métodos y técnicas de investigación [en línea]. México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014 [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2019]. Disponible en:  
[https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/metodos\\_y\\_tecnicas.pdf](https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/metodos_y_tecnicas.pdf)  
ISBN: 978-97032-5432-3
  29. MAXIMILIANO, Azcona, MANZANI, Fernando y DORATI, Javier. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación. Argentina: Universidad Nacional de la Plata, 2013. 70 pp. Disponible en:

- <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45512>
30. MATTHEW, Adam. Tecnología del concreto [en línea]. 4.<sup>a</sup>ed. México: Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, A.C., 2013 [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2018]. Disponible en:  
[http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca\\_digital/TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO.pdf](http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO.pdf)
  31. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras, Sección: Suelos y Pavimentos. Lima: MTC, 2014.165 pp. Disponible en:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)  
ISBN: 878-612-304-251-6
  32. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras, Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013.Lima: MTC, 2013.Disponible en:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)
  33. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Lima: MTC, 2016.Disponible en:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
  34. MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento. Reglamento nacional de edificaciones. Lima: MVCS, 2014.Disponible en:  
[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)
  35. MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos. 3.<sup>a</sup>ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2008.  
ISBN: 9589784003
  36. NORMA C.E.010 Pavimentos Urbanos. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: RNE, 2010.Disponible en:  
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma\\_010\\_%20pavimentos\\_urbanos.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf)
  37. PINCO, José. Control de calidad en la formulación de asfalto en caliente para el primer tramo quinua – Challhuamayo, del distrito del distrito de tambo, Provincia La- Mar, departamento de Ayacucho. Tesis (título de ingeniero Químico). Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2015. Disponible en:

- [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1038/Tesis%20Q477\\_Pin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1038/Tesis%20Q477_Pin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
38. ¿Las imparables ruedas de la contaminación? .REVISTA portafolio, 2010.parr.2.Disponible en:  
<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/imparables-ruedas-contaminacion-437016>
  39. ¿Resistencia a la flexión del concreto? [Mensaje en un blog]. Lima: García, Carolina., (29 de febrero del 2012). [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].Disponible en:  
<http://www.duravia.com.pe/blog/wp-content/uploads/Resistencia-Concreto-ACI-ICA-version-web.pdf>
  40. REVISTA ingeniería de la construcción [en línea].Santiago, 2018, n° 3. [Fecha de consulta: 24 de Abril de 2019]. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000300301](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000300301)  
ISSN: 0718-5073
  41. REVISTAS Bolivianas [en línea].Bolivia: UPSA, 2015 [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2019]. Disponible en:  
[http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S8888-88882015000200009&lng=en&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882015000200009&lng=en&nrm=iso)  
ISSN: 8888-8888
  42. REVISTA ingeniería de la construcción [en línea].Santiago, 2018, n° 1. [Fecha de consulta: 25 de Mayo de 2019]. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732018000100041](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000100041)  
ISSN: 0718-5073
  43. REVISTA de la construcción [en línea].Santiago, 2013, n° 3. [Fecha de consulta: 25 de Febrero de 2019]. Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2013000300002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2013000300002)  
ISSN: 0718 -915
  44. REVISTA de ingeniería de construcción [en línea]. 2018, vol.33, n° 3. [Fecha de consulta: 12 de Abril de 2019]. Disponible en:

- [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-50732018000300241&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-50732018000300241&lng=es&nrm=iso)  
ISSN: 0718-5073
45. REVISTA Materia [en línea].Rio de Janeiro, 2018, vol.23, n° 2. [Fecha de consulta: 20 Marzo de 2019]. Disponible en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151770762018000200490&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151770762018000200490&script=sci_abstract&tlng=es)  
ISSN: 1517-7076
46. REVISTA infraestructura vial [en línea].San José, 2017, vol.19, n° 33. [Fecha de consulta: 10 Junio de 2019]. Disponible en:  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S221537052017000100005](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221537052017000100005)  
ISSN: 2215 -3705
47. RONDON, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos: Materiales, construcción y Diseño. Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda., 2015.  
ISBN: 9786123042639
48. SANCHEZ, Rocío. Segunda vida de los neumáticos usados. Revista Química Viva [en línea].mayo 2012, n° 1. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2018]. Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/pdf/863/86323612003.pdf>  
ISSN: 1666-7948
49. TAPIA, Chrystian. Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frio. Tesis (título de licenciado de ingeniero civil). Perú: Universidad Señor de Sipán, 2016. Disponible en:  
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/2256/TEISIS%20-%20DISE%C3%91O%20DE%20UNA%20MEZCLA%20ASF%C3%81LTICA%20EN%20FRIO%20CON%20POLIETILENO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
50. UNICON (2019). Adoquines concreto [en línea]. Lima: Perú. Disponible en:  
<http://www.unicon.com.pe/principal/categoria/5-2-adoquines-konkreto/301/c-301>
51. VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista educación [en línea]. Vol. 33,2009.155-165 pp. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2018].Disponible en:

<http://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

ISSN: 0379-7082

52. XING, Liu [et al]. Fatigue Properties of Layered Double Hydroxides Modified Asphalt and Its Mixture [en línea].march-april 2014, ID 868404. [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2019]. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/868404>
53. YAFEI, Li [et al]. Influence of Buton Rock Asphalt on the Physical and Mechanical Properties of Asphalt Binder and Asphalt Mixture [en línea].May-June 2018, ID 2107512. [Fecha de consulta: 21 de Abril de 2019]. Disponible en:  
<https://doi.org/10.1155/2018/2107512>
54. YUGSI, Lasso. Análisis de las propiedades mecánicas de adoquines elaborados con hormigón y polvillo de caucho de neumáticos reciclados y su correlación con adoquines convencionales. Tesis (título de ingeniero civil).Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2018. Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14416>

## **ANEXOS**

## Operacionalización de variables

“Análisis de las propiedades Físicas – Mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
<b>V. Independiente</b>	Los neumáticos son elementos que poseen componentes como es el caucho y su aplicación en el adoquinado de asfalto y concreto en porcentajes relativas mejoran sus características. (Revista ingeniería de la construcción, 2018, párr.1)	Se realizara un procedimiento y evaluación de los diversos componentes del polvo de neumático para su posterior aplicación en los adoquines de concreto y asfalto.	Procesos de trituración	<ul style="list-style-type: none"> <li>T. mecánica</li> <li>T. criogénica</li> </ul>	Obtención de las partículas de caucho	Equipo de trituración
Material reciclado de neumático			Proceso de aplicación del caucho reciclado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vía húmeda</li> <li>Vía seca</li> </ul>	Mezclado del caucho reciclado	Unidad de mezclado
<b>V. Dependiente</b>	Los adoquinados de concreto y asfalto adicionado con caucho reciclado de neumático para pavimento es una manera innovadora de reducir el impacto negativo que causa en el medio ambiente. Por tal motivo se hace su aprovechamiento de sus componentes químicos para mejorar sus resistencias mecánicas de compresión y flexión. ( Revista ingeniería de la construcción, 2018, párr.4)	Se elabora un análisis comparativo de acuerdo a los resultados obtenidos para determinar cuál de las tres tipologías estudiadas es apto para conformar un pavimento adoquinado según a los diversos ensayos realizados tales como: ensayo granulométrico, ensayo de resistencia a la compresión, flexión y abrasión.	Las propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad</li> <li>Absorción</li> </ul>	Peso del adoquín Capacidad de retención de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza con precisión <math>\pm 1</math> gr.</li> <li>Horno eléctrico.</li> </ul>
Las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto			Las propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión</li> <li>Resistencia a la flexión</li> </ul>	Compresión Rigidez	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prensa digitalizada eléctrica 120000 Kg.</li> </ul>
Las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente.			Las propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad</li> <li>Porcentaje de vacíos</li> </ul>	Peso del adoquín vacíos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza con precisión <math>\pm 1</math> gr.</li> <li>Bomba de vacíos</li> </ul>
Costos de la aplicación del caucho en el adoquín de concreto y bloques de asfalto			Las propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión</li> <li>Resistencia a la flexión</li> </ul>	Compresión Rigidez Estabilidad flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prensa digitalizada eléctrica 120000 Kg.</li> <li>Prensa Marshall</li> <li>Flujo metro</li> </ul>
			Análisis de costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales</li> </ul>	Costos por m3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formato de Excel</li> </ul>




## Matriz de Consistencia

“Análisis de las propiedades Físicas – Mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de Asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN	METODOLOGÍA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>V. Independiente</b>				
¿De qué manera influye el material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?	Analizar la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Se determinó que material reciclado de neumático influye de manera negativa en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Material reciclado de neumático	Procesos de trituración	<ul style="list-style-type: none"> <li>T. mecánica</li> <li>T. criogénica</li> </ul>	Tamaño del GCR	Método Científico
				Proceso de aplicación del caucho reciclado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vía húmeda</li> <li>Vía seca</li> </ul>	Mezclado del GCR	Enfoque Cuantitativo
<b>Problema Específico</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>V. Dependiente</b>				
¿Cómo el material reciclado de neumático influye en las propiedades físicas- mecánicas del adoquinado de concreto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?	Determinar la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	El material reciclado de neumático influye de manera negativa en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de concreto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto	Las propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad</li> <li>Absorción</li> </ul>	Peso del adoquín Porosidad	Nivel de investigación Explicativa
				Las propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión</li> <li>Resistencia a la Flexión</li> </ul>	Compresión Rigidez	Tipo de Investigación Aplicada
¿Cuál es la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?	Evaluar la influencia del material reciclado de neumático en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	El material reciclado de neumático influye negativamente en las propiedades físicas-mecánicas del adoquinado de bloques de asfalto en caliente para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de asfalto en caliente	Las propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Densidad</li> <li>Porcentajes de vacíos</li> </ul>	Peso del adoquín Vacíos	Diseño de Investigación Experimental
				Las propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la compresión</li> <li>Resistencia a la Flexión</li> </ul>	Compresión Rigidez	Población todas las briquetas o Adoquines del laboratorio INGECONTROL
¿Cuál es el costo del adoquinado de concreto y bloques de asfalto adicionados con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019?	Identificar el costo del adoquinado de concreto y bloques de asfalto adicionados con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	El material reciclado de neumático eleva el costo del adoquinado de concreto y bloques de asfalto para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Costos de la aplicación del caucho en el adoquín de concreto y bloques de asfalto	Análisis de costos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales</li> </ul>	Costos por m <sup>3</sup>	Muestra 88 adoquines
							Muestreo No Probabilístico

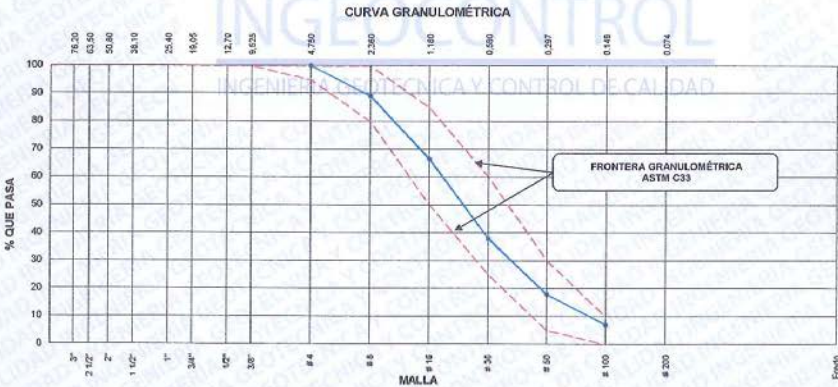
# Certificados del laboratorio




## Control de calidad del agregado fino

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-150
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		Registro N°:	IGC19-LEM-137-01
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima		Fecha de Ensayo:	29/4/2019
Material	: Agregado Fino		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---			
Procedencia	: Ferretería Progresol - Av. Naranjal			
N° de Muestra	: ---			
Progresiva	: ---			


  

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00
# 4	4.75 mm		0.00	100.00	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	86.9	10.92	89.08	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	179.0	22.49	66.59	50.00	85.00
# 30	600 µm	228.7	28.73	37.86	25.00	60.00
# 50	300 µm	159.2	20.00	17.85	5.00	30.00
# 100	150 µm	86.5	10.87	6.99	0.00	10.00
Fondo	-	55.6	6.99	100.00	0.00	-
					MF	2.82
					TMN	NA

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-67
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1



**Proyecto** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-04  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019  
**Material** : Agregado Fino Turno: Diurno

---


**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferrería Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

IDENTIFICACIÓN		1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	650.1	650.9	
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	961.6	960.7	
D	Peso del Mat. Seco	492.7	492.5	
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.61	2.59	2.60
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.65	2.63	2.64
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.72	2.70	2.71
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.5	1.5	1.5

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CCC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jory C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-58
	<b>DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D2419-14</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-05  
 Solicitante : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019  
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYOS		
		1	2	3
1	Muestra N°			
2	Hora de Entrada	15:18	15:20	15:22
3	Hora de Salida	15:28	15:30	15:32
4	Hora de Entrada	15:30	15:32	15:34
5	Hora de Salida	15:50	15:52	15:54
6	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	3.48	3.60	3.46
7	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	4.90	4.90	4.90
8	Equivalente de Arena (%)	72.5	71.4	70.6
9	Equivalente de Arena Promedio (%)	72.0		

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com) / [informes@ingeocontrol.com](mailto:informes@ingeocontrol.com)

Página 1 de 1

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-82
	<b>DETERMINACIÓN DE LA ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO MTC E222-2000</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-06  
 Solicitante : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019  
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno


---

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

ENSAYO	N°	1	2	3	ESPECIFICACIÓN
Peso del Agregado Fino + Molde	gr.	5185	5210	5225	FÓRMULA:  $V = \frac{W}{G_{sb}} \times 100$
Peso del Molde	gr.	4199	4199	4199	
Peso del Agregado Fino	(w)	986	1011	1026	
Volumen del Cilindro	(v)	937	937	937	
Gravedad Específica de Agregado Fino	G <sub>sb</sub>	2.60	2.60	2.60	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	59.5	58.5	57.9	Min.40
PROMEDIO	%		58.6		

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-66
	<b>VALOR AZUL DE METILENO PARA RELLENOS MINERALES, ARCILLAS Y FINOS AASHTO T330</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-07  
 Solicitante : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo : 30/4/2019  
 Material : Agregado Fino Turno : Diurno

---

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferretería Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

ENSAYO	N°	1	2	ESPECIFICACIÓN
Cantidad de solución	g	14.1	14.2	FÓRMULA:  $AM = C_{sol} / P_{finos}$
Peso del material fino	g	5.213	5.168	
VALOR AZUL DE METILENO	mg/g	2.7	2.7	
PROMEDIO	mg/g	2.7		

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>QCC - LEM</b> Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-04</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318-17e</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

**Proyecto** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-137-09  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Muestreado por :** Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Ensayado por :** B. Melgar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima **Fecha de Ensayo:** 30/4/2019  
**Material** : Agregado Fino **Turno:** Diurno

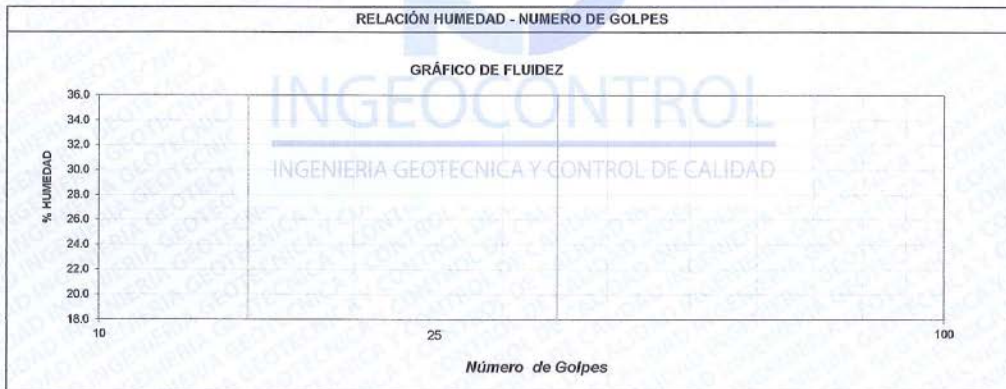
---

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

**Material Pasante Tamiz N° 200**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	g		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	15.0	NP	



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-04
	<b>DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318-17e</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-08  
 Solicitante : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019  
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferretería Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

**Material Pasante Tamiz N° 40**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	g		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	15.0	NP	NP



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



	INFORME	Código	AE-FO-72
	<b>DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS ASTM D3744-18</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-10  
 Solicitante : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019  
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---


TAMAÑOS DE MALLAS			Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO	PESO (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml)
N° 4	fondo	500	10'	1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a saturación		07:55	08:30	
Hora de salida de saturación (mas 10')		08:05	08:40	
Hora de entrada a decantación		08:11	08:46	
Hora de salida de decantación (mas 20')		08:31	09:06	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")		8.40	8.40	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")		5.50	5.50	
Índice de Durabilidad (Df = H.arena/H.arcilla*100)		65.5	65.5	65.5



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-118
	<b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA INALTERABILIDAD POR MEDIO DEL SULFATO DE MAGNESIO ASTM C88/C88M - 18</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2019
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-11  
 Solicitante : Michael Jesús Sánchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sánchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 30/4/2019  
 Material : Agregado Fino Turno: Diurno


Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

**I. EXAMEN CUANTITATIVO: AGREGADO FINO**

TAMICES		% RETENIDO	PESO INICIAL g	PESO FINAL g	DIFERENCIA	% PERD.	% PERD. CORREGIDO
PASA	RETIENE						
N°30	N°50	20.00	100	82.8	17.4	17.4	3.48
N°16	N°30	28.73	100	84.9	15.1	15.1	4.34
N°8	N°16	22.49	100	79.2	20.8	20.8	4.68
N°4	N°8	10.92	100	75.3	24.7	24.7	2.70
<b>% PÉRDIDA</b>							<b>15</b>

NOTA : Para el desarrollo del ensayo se utilizó reactivo de SULFATO DE MAGNESIO.



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-051
	<b>IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO ASTM C40/C40M-19</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2019
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC10-LEM-137-12
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno

Código de Muestra	:---
Procedencia	: Ferrería Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra	:---
Progresiva	:---


COLOR DE INDICADOR	Nº2
CLASIFICACIÓN	PRESENTA ESCAZAS IMPUREZAS ORGÁNICAS

NOTA: El material fue cortado por el tamiz 3/8"



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-118
	<b>ENSAYO DE TIRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES ASTM C142/C142M-17</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC19-LEM-137-13
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo :	26/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: --		
Procedencia	: Ferrería Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: --		
Progresiva	: --		

TAMICES	M* (g)	R (g)	P (%)	Porcentaje Retenido **	% Perdida Corregida
No. 8	100	99.5	0.50	10.92	0.1
No. 16	100	99.6	0.40	22.49	0.1
PROMEDIO PONDERADO			0.1%		

\* PESO NO MENOR DE 25 g

\*\* DATOS DE LA GRANULOMETRIA DEL FINO

PRESENTAR LOS RESULTADOS CON APROXIMACIÓN AL 0,1% DE LA MASA.

FORMULA :

$$P = \left[ \frac{M - R}{M} \right] \times 100$$

$$\% \text{ de pérdida corregida} = \frac{\% P \times \% \text{ retenido}}{100}$$

DONDE:

P : Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla

M : Masa de la muestra de ensayo retenidas en el tamiz No. 16

R : Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado, o sea el No. 20


INGEOCONTROL  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima

Tel.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299

www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-63
	<b>MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200 ASTM C117-17</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1




Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-14
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	28/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno

Código de Muestra	: ---
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---

PESO INICIAL SECO g	1233.1
PESO LAVADO SECO g	1193.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	3.2%



INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>QCQ - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lole 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-82
	<b>DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E209-2000</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-15
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno




  

Código de Muestra	:---
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra	:---
Progresiva	:---


Identificación muestra	01	02	03
a.- Peso muestra en solución + vaso pirex, g	104.32	127.66	112.51
b.- Peso vaso pirex, g	20.18	38.59	20.11
c.- Peso muestra en solución, g	84.14	89.07	92.40
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pirex, g	20.290	38.710	20.220
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.110	0.120	0.110
Sales Solubles, %	0.1307	0.1347	0.1190
Promedio %	0.128		

$$\text{Sales Solubles, \%} = \left( \frac{(d - b)}{(a - b)} \right) \times 100$$

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>QCC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com) / [informes@ingeocontrol.com](mailto:informes@ingeocontrol.com)

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-101
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC19-LEM-137-1A
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Garboa	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Michael Jesús Sanchez Garboa	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	30/4/2019
Material	: Agregado Fino	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.235	14.215	
Peso de muestra suelta (kg)	10.726	10.706	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1520	1517	1519

**PESO UNITARIO COMPACTADO**


IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	15.762	15.803	
Peso de muestra suelta (kg)	12.253	12.294	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1737	1742	1739

**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

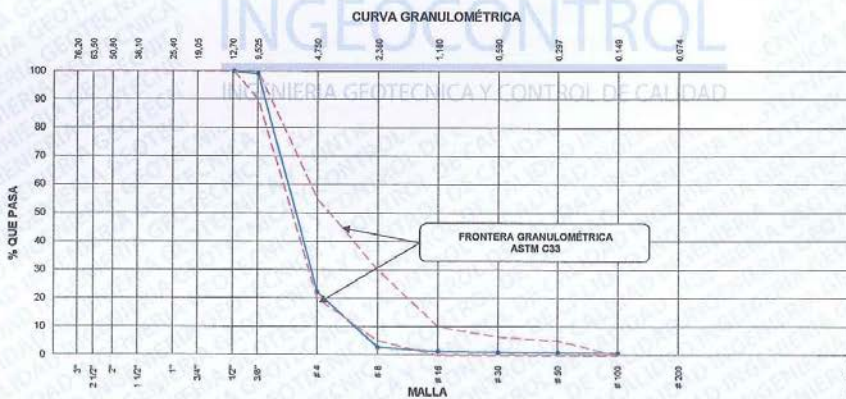
# Control de calidad del agregado huso #89 – confitillo de 3/8”

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-150
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-137-28  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Muestreado por :** Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Ensayado por :** B. Melgar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima **Fecha de Ensayo:** 29/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 **Turno:** Diurno

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferrería Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---


AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 89						
Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00
3/4"	19.00 mm				100.00	100.00
1/2"	12.50 mm			100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	13.4	0.83	99.17	90.00	100.00
# 4	4.75 mm	1243.5	76.94	77.77	22.23	55.00
# 8	2.36 mm	313.6	19.40	97.18	2.82	5.00
# 16	1.18 mm	23.9	1.48	98.66	1.34	0.00
# 30	600 µm	4.1	0.25	98.91	1.09	0.00
# 50	300 µm	1.9	0.12	99.03	0.97	0.00
# 100	150 µm	4.1	0.25	99.28	0.72	0.00
Fondo	-	11.6	0.72	97.90	2.10	-
					MF	5.72
					TMN	3/8"



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com) / [informes@ingeocontrol.com](mailto:informes@ingeocontrol.com)



	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-72</b>
	<b>DETERMINACIÓN DEL INDICE DE DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>



**Proyecto** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-137-29  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Muestreado por :** Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Ensayado por :** B. Meigar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima **Fecha de Ensayo:** 26/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 **Turno:** Diurno


**Material** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

TAMAÑOS DE MALLAS			Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO	PESO (g)	Peso (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"	1070+/-10	1068		
1/2"	3/8"	570+/-10	570		
3/8"	N° 4	910+/-5	911	10'	1000.0

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	N° DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación		10:25	10:55	
Hora de salida de decantación (mas 20')		10:45	11:15	
Altura máxima de material fino (0.1")		4.70	4.60	
Indice de Durabilidad (De la tabla)		44.0	46.0	45.0

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-53
	<b>MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200 ASTM C117-17</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-30
Solicitante	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	30/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	Turno:	Diurno


Código de Muestra : --  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : --  
 Progresiva : --

PESO INICIAL SECO g	1364.5
PESO LAVADO SECO g	1358.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	0.4%



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-63</b>
	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DEL BITUMEN EN EL AGREGADO GRUESO ASTM D1664-80</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

<b>Proyecto</b>	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	<b>Registro N°:</b>	IGC19-LEM-137-32
<b>Solicitante</b>	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	<b>Muestreado por :</b>	Solicitante
<b>Atención</b>	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	<b>Ensayado por :</b>	B. Melgar
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Lima	<b>Fecha de Ensayo:</b>	26/4/2019
<b>Material</b>	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	<b>Turno:</b>	Diurno

**Material** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

**Muestra:**  
 Mezcla Asfáltica - Diseño

**Bitumen - Aditivo :**  
 \* Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico PEN 60/70 5.40 %  
 [ en peso de la mezcla asfáltica total ]  
 \* Aditivo Mejorador de Adherencia - Ar Red Radicote 0.5 %  
 [ en peso del contenido óptimo del Cemento Asfáltico ]


**Agregados Pétreos [Proporciones] :**  
 \* Agregado Grueso [Piedra Chancada Tmáx. 3/4" ]




[Estimación Visual]

Descripción - ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Desprendimiento, % retenido	+ 95.0



INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez-Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C-127-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1



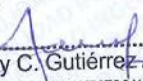
Proyecto : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC18-LEM-137-33  
 Solicitante : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : B. Melgar  
 Atención : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : J. Gutierrez  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 26/4/2019  
 Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 Turno: Diurno


Tipo de muestra : ---  
 Procedencia : Ferrería Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	2569.1	2687.4
2	Peso de la muestra sss sumergida	1623.1	1700.1
3	Peso de la muestra secada al horno	2548.7	2668.7

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.694	2.703	2.699
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.716	2.722	2.719
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.754	2.755	2.754
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.8	0.7	0.8

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.


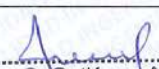
 <b>INGEOCONTROL</b> <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE-FO-56
	<b>DESGASTE POR ABRASIÓN</b> <b>ASTM C131/C131M-14</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	30-04-2018
		<b>Página</b>	1 de 1
<b>Proyecto</b> : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	<b>Registro N°:</b> IGC18-LEM-137-34		
<b>Solicitante</b> : Michael Jesús Sanchez Gamboa <b>Atención</b> : Michael Jesús Sanchez Gamboa <b>Ubicación de Proyecto</b> : Lima <b>Material</b> : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	<b>Muestreado por</b> : B. Melgar <b>Ensayado por</b> : J. Gutiérrez <b>Fecha de Ensayo</b> : 26/4/2019 <b>Turno</b> : Diurno		
<b>Código de Muestra</b> : --- <b>Procedencia</b> : Ferrería Progresol - Av. Naranjal <b>N° de Muestra</b> : --- <b>Progresiva</b> : ---	<b>Profundidad</b> : --- <b>Norte</b> : --- <b>Este</b> : --- <b>Cota</b> : ---		

**DATOS**


PI	P100	P400	U	ABRASION
10005.6	9489.4	8597.3	0.37	14

DETALLE	RESULTADO
Uniformidad	0.37
Abrasión	14%



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
<b>Nombre y firma:</b> 	<b>Nombre y firma:</b>  <b>Noemí Sánchez Huamán</b> <b>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029</b> <b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>	<b>Nombre y firma:</b>  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> <b>GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS</b> <b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-118
	<b>ENSAYO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES</b> ASTM C142/C142M-17	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC-LEM-137-35  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : J. Gutiérrez  
**Ubicación de Proyecto** : Lima Fecha de Ensayo: 28/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 Turno: Diurno

---

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---


TAMICES	TAMIZ A UTILIZAR PARA SEPARACION	M (PESOS A UTILIZAR)	M(g)	R(g)	P (%)	PORCENTAJE RETENIDO	% PERDIDA CORREGIDO
Nº4 - 3/8pulg.	Nº 8	1000	1000	998.6	0.1	76.9	0.11
3/8pulg - 3/4pulg.	Nº 4	2000					
3/4pulg - 1 1/2pulg.	Nº 4	3000					
> 1 1/2pulg	Nº 4	5000					
PROMEDIO							<b>0.1</b>

EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
ENCONTRADOS EN EL AGREGADO GRUESO ES DE :	0.1 %

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Neemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERIA CIVIL - CIP 196029 INGENIERIA EN GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>CCC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-054
	<b>INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C88/C88M-18</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-37  
 Solicitante : Michael Jesús Sánchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sánchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 26/4/2019  
 Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #99 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

**I. EXAMEN CUANTITATIVO**

TAMIZ	%RET.	P.INIC.	P.FIN.	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
2 1/2"						
1 1/2"						
3/4"						
3/8"						
3/8" N° 4	76.94	300.5	278.9	21.6	7.2	5.5


TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4 "	0.00 %
3/4 "	3/8"	0.00 %
3/8"	N° 4	5.53 %
TOTAL		6 %

**II. EXAMEN CUALITATIVO**

TAMICES		Rajadas		Desmoronadas		Fracturadas		N° Inicial	
Pasa	Retenido	N°.	%	N°.	%	N°.	%	%	Partículas
2 1/2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	3/4"	0	0	0	0	0	0	0	0

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-02
	<b>DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E209-2000</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **Registro N°:** IGC18-LEM-137-39  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Muestreado por :** Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Ensayado por :** B. Melgar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima **Fecha de Ensayo :** 26/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89 **Turno:** Diurno

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferrería Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

Identificación muestra	07	08	09
a.- Peso muestra en solución + vaso pirex, g	115.60	117.21	116.37
b.- Peso vaso pirex, g	26.84	25.94	25.12
c.- Peso muestra en solución, g	88.76	91.27	91.25
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pirex, g	26.923	26.026	25.208
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.083	0.086	0.086
Sales Solubles, %	0.0935	0.0942	0.0942
<b>Promedio %</b>	<b>0.094</b>		

$$\text{Sales Solubles, \%} = \left( \frac{(d - b)}{(a - b)} \right) \times 100$$



INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC19-LEM-137-3A
Solicitante	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	28/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #89	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferretería Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	15.321	15.342	
Peso de muestra suelta (kg)	11.812	11.833	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1674	1677	

**PESO UNITARIO COMPACTADO**


IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	16.874	16.856	
Peso de muestra suelta (kg)	13.365	13.347	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	1894	1892	

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

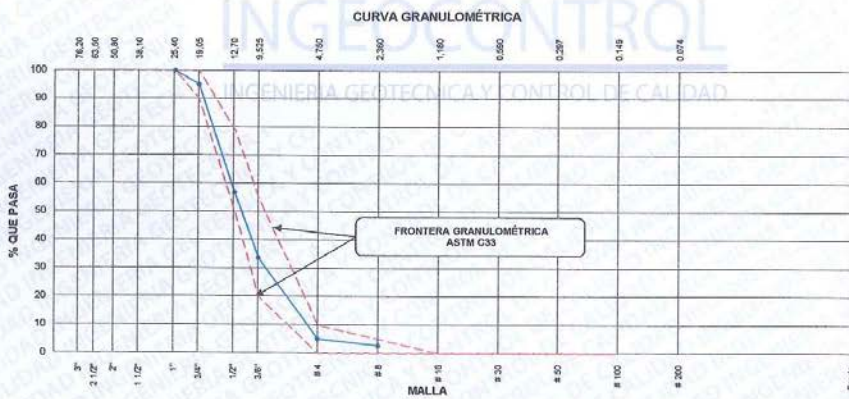
Control de calidad del agregado huso #67 – Piedra chancada de 3/4”



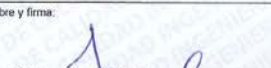
	INFORME	Código	AE-FO-150
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-137-16  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Muestreado por :** Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Ensayado por :** B. Melgar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima **Fecha de Ensayo:** 29/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 **Turno:** Diurno

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

Malla	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm				100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm				100.00	100.00
3"	75.00 mm				100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm				100.00	100.00
2"	50.00 mm				100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm				100.00	100.00
1"	25.00 mm			100.00	100.00	100.00
3/4"	19.00 mm	268.0	4.98	4.98	95.02	100.00
1/2"	12.50 mm	2058.8	38.22	43.20	56.80	79.00
3/8"	9.50 mm	1245.8	23.13	66.33	33.67	20.00
# 4	4.75 mm	1542.0	28.63	94.96	5.04	10.00
# 8	2.36 mm	126.3	2.34	97.30	2.70	5.00
# 16	1.18 mm				0.00	0.00
# 30	600 µm				0.00	0.00
# 50	300 µm				0.00	0.00
# 100	150 µm				0.00	0.00
Fondo	-	145.3	2.70	100.00	0.00	-
					MF	7.07
					TMN	1/2"



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-53
	<b>MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200 ASTM C117-17</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1


Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-18
Solicitante	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	30/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Duerno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Fenreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

PESO INICIAL SECO g	1233.1
PESO LAVADO SECO g	1193.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	3.2%



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-53
	MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200 ASTM C117-17	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1


Proyecto	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-18
Solicitante	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sánchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	30/4/2018
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno


Código de Muestra	: ---
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---

PESO INICIAL SECO g	1233.1
PESO LAVADO SECO g	1193.6
% FINOS < TAMIZ N° 200	3.2%



INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>COC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-61
	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO ASTM D4791-10</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC19-LEM-137-20  
 Solicitante : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
 Atención : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : B. Melgar  
 Ubicación de Proyecto : Lima Fecha de Ensayo: 26/4/2019  
 Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 Turno: Diurno

Material : ---  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	412.4	9.96	128.3	4.2	3.27	0.33
3/4"	19.000	771.2	18.62	212.4	4.6	2.17	0.40
1/2"	12.700	602.6	14.55	198.3	3.9	1.97	0.29
3/8"	9.500	927.3	22.39				
N° 4	4.750	1427.3	34.47				
<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA:</b>		4140.7					

<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>	1.02
--	------

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE-FO-63
<b>MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LA ADHERENCIA DEL BITUMEN EN EL AGREGADO GRUESO ASTM D1664-80</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	30-04-2018
	<b>Página</b>	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-137-21  
**Solicitante** : Michael Jesús Sánchez Gamboa **Muestreado por :** Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sánchez Gamboa **Ensayado por :** B. Melgar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima **Fecha de Ensayo:** 26/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 **Turno:** Diurno

**Material** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

**Muestra:**  
 Mezcla Asfáltica - Diseño

**Bitumen - Aditivo :**  
 \* Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico PEN 60/70 5.40 %  
 [ en peso de la mezcla asfáltica total ]  
 \* Aditivo Mejorador de Adherencia - Ar Red Radicoole 0.5 %  
 [ en peso del contenido óptimo del Cemento Asfáltico ]

**Agregados Pétreos [Proporciones] :**  
 \* Agregado Grueso [Piedra Chancada Tmáx. 3/4" ] 100.0 %  
100.0 %

[Estimación Visual]

Descripción - ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Desprendimiento, % retenido	+ 95.0



INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>CQC - LEM</b>
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-56
	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-23
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutierrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---


**DATOS**

PI	P100	P400	U	ABRASION
10001.8	9432	8229	0.32	18

DETALLE	RESULTADO
Uniformidad	0.32
Abrasión	18%



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-118
	<b>ENSAYO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES ASTM C142/C142M-17</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC-LEM-137-24  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : J. Gutierrez  
**Ubicación de Proyecto** : Lima Fecha de Ensayo: 26/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 Turno: Diurno

---

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

TAMICES	TAMIZ A UTILIZAR PARA SEPARACION	M ( PESOS A UTILIZAR )	M(g)	R(g)	P (%)	PORCENTAJE RETENIDO	% PERDIDA CORREGIDO
Nº4 - 3/8pulg.	Nº 8	1000	1000.1	996.9	0.3	50.2	0.16
3/8pulg - 3/4pulg.	Nº 4	2000	2004.3	2004.3	0.0	0.0	0.00
3/4pulg - 1 1/2pulg.	Nº 4	3000	3003.4	3000.5	0.1	20.7	0.02
> 1 1/2pulg	Nº 4	5000	5000	5000	0.0	0.0	0.00
PROMEDIO							0.2

EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
ENCONTRADOS EN EL AGREGADO GRUESO ES DE :	0.2 %

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com





**INFORME**

**MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LAS CARAS DE FRACTURA EN AGREGADO GRUESO ASTM D5821-13 (2017)**

Código	AE-FO-65
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-25

Solicitante : Michael Jesús Sánchez Gamboa MUESTREADO POR : Solicitante

Atención : Michael Jesús Sánchez Gamboa ENSAYADO POR : B. Melgar

Ubicación de Proyecto : Lima FECHA DE ENSAYO : 26/4/2019


Material : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #57 TURNO : Diurno

Código de Muestra : ---  
 Procedencia : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

A- CON UNA CARA FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C/D
1 1/2"	1"	2000.0	1984.0	99.2	9.2	912.6
1"	3/4"	1500.0	1497.2	99.8	5.1	509.0
3/4"	1/2"	1200.0	1198.6	99.9	8.6	859.0
1/2"	3/8"	300.0	299.1	99.7	19.3	1,924.2
<b>TOTAL</b>		<b>5000.0</b>	<b>4978.9</b>			
<b>PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA</b>		<b>TOTAL E</b>		<b>4205</b>		
		<b>TOTAL D</b>		<b>42.20</b>		<b>99.6 %</b>

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C/D
1 1/2"	1"	2000.0	1978.6	98.9	9.2	910.2
1"	3/4"	1500.0	1364.9	91.0	5.1	464.1
3/4"	1/2"	1200.0	1162.4	96.9	8.6	833.1
1/2"	3/8"	300.0	264.9	88.3	19.3	1,704.2
<b>TOTAL</b>		<b>5000.0</b>	<b>4770.8</b>			
<b>PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS</b>		<b>TOTAL E</b>		<b>3911</b>		
		<b>TOTAL D</b>		<b>42.20</b>		<b>92.7 %</b>

INGECONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>CCC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutierrez Abarito</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE-FO-054
	<b>INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C88/C89M-18</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	07-05-2018
		<b>Página</b>	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-137-26  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Muestreado por :** Solicitante  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **Ensayado por :** B. Melgar  
**Ubicación de Proyecto** : Lima **Fecha de Ensayo:** 26/4/2019  
**Material** : Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67 **Turno:** Diurno

**Código de Muestra** : ---  
**Procedencia** : Ferreteria Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---



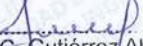
**I. EXAMEN CUANTITATIVO**

TAMIZ	%RET.	P.INIC.	P.FIN.	PERD. PESO	%PERD.	% PERD. CORREG.
2 1/2" 1 1/2"						
1 1/2" 3/4"	14.98	1504.9	1411.3	93.6	6.2	0.9
3/4" 3/8"	28.84	1003.2	896.2	107	10.7	3.1
3/8" N° 4	50.18	300.9	265.5	35.4	11.8	5.9


TAMICES		PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00 %
1 1/2"	3/4 "	0.93 %
3/4 "	3/8"	3.08 %
3/8"	N° 4	5.90 %
<b>TOTAL</b>		<b>10 %</b>

**II. EXAMEN CUALITATIVO**

TAMICES		Rejadas		Desmoronadas		Fracturadas		%	N° Inicial
Pasa	Retenido	N°.	%	N°.	%	N°.	%		
2 1/2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	3/4"	2	6	1	3	0	0	9	33

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>COO - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-82
	<b>DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E209-2000</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-27
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno


  

Código de Muestra	: ---
Procedencia	: Ferrería Progresol - Av. Naranjal
N° de Muestra	: ---
Progresiva	: ---


Identificación muestra	04	05	06
a.- Peso muestra en solución + vaso pirex, g	114.32	116.41	119.37
b.- Peso vaso pirex, g	25.64	28.16	21.37
c.- Peso muestra en solución, g	88.68	88.25	98.00
d.- Peso de la muestra evaporada + vaso pirex, g	25.723	28.247	21.461
e.- Peso de la muestra evaporada, g	0.083	0.087	0.091
Sales Solubles, %	0.0936	0.0986	0.0929
Promedio %	0.095		

$$\text{Sales Solubles, \%} = \left( \frac{(d - b)}{(a - b)} \right) \times 100$$

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>CCO - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-101
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC19-LEM-137-2A
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	26/4/2019
Material	: Agregado Grueso - Piedra chancada huso #67	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: Ferretería Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m3)	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	15.021	15.121	
Peso de muestra suelta (kg)	11.512	11.612	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1632	1646	1639

**PESO UNITARIO COMPACTADO**


IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m3)	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	16.045	15.947	
Peso de muestra suelta (kg)	12.536	12.438	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1777	1763	1770

**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

# Control de calidad del caucho reciclado – Análisis granulométrico


	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.			Registro N°: IGC19-LEM-137-02
Propietario	Michael Jesús Sánchez Gamboa			Muestreado por: Cliente
Código del Proyecto	---			Ensayado por: B. Melgar
Ubicación de Proyecto	Lima			Fecha de Ensayo: 26/4/2019
Materia	---			Turno: Diurno
Código de Muestra	Caucho			Profundidad: --- m
Sondaje / Calicata	---			Norte: ---
N° de Muestra	M-1			Este: ---
Progresiva	---			Cota: ---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	100.0	
N° 10	2.000	76.6	
N° 20	0.840	7.8	
N° 30	0.800	3.5	
N° 40	0.425	1.4	
N° 50	0.300	0.4	
N° 60	0.250	0.3	
N° 100	0.150	0.2	




  

Gravas		Arenas			Finos
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Limos y arcillas
3"	2"	1"	3/4"	3/8"	4"
10	20	40	60	100	140
200					

NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Caucho granular con superficie angular lisa	TAMAÑO MÁXIMO DE PARTICULAS	2.53 mm.
------------------------	---	-----------------------------	----------


  

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com


Resistencia a la compresión de los adoquines de concreto patrón y adicionados con caucho

 <p><b>INGEOCONTROL</b> INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES - ADOQUINES</b>		Código	AE-FO-01
			Versión	1
			Fecha	7/5/2018
			Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.611:2017

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	REFERENCIA:	IGC-LEM-137-51
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		
PROYECTO	: *Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión:	30/05/2019




IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	AREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	Fm Diseño kg/cm2	% Fm
ADOQUÍN PATRON	2/5/2019	30/5/2019	28	94580.4	199.4	474.4	420.0	112.9
ADOQUÍN PATRON	2/5/2019	30/5/2019	28	93764.1	200.4	467.9	420.0	111.4
ADOQUÍN PATRON	2/5/2019	30/5/2019	28	94087.0	199.0	472.9	420.0	112.6
<b>PROMEDIO (Kg/cm2)</b>								<b>471.7</b>



**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**  
 \* No se observaron fallas atípicas en las roturas  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:	D:	JEFE LEM Nombre y firma:	D:
	M:	 Neemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES - ADOQUINES</b>	Gódigo	AE-FO-01
		Versión	1
		Fecha	7/6/2018
		Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.611:2017

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	REFERENCIA:	IGC-LEM-137-52
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión:	31/05/2019

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	AREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F'm Diseño kg/cm2	% F'm
ADOQUÍN DE CONCRETO + 5% CAUCHO	3/5/2019	31/5/2019	28	86709.4	201.2	431.0	420.0	102.6
ADOQUÍN DE CONCRETO + 5% CAUCHO	3/5/2019	31/5/2019	28	85703.5	199.6	429.4	420.0	102.2
ADOQUÍN DE CONCRETO + 5% CAUCHO	3/5/2019	31/5/2019	28	86925.0	199.8	435.1	420.0	103.6
<b>PROMEDIO (Kg/cm2)</b>								<b>431.8</b>

**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM Nombre y firma:	D:	JEFE LEM Nombre y firma:	D:	CQC - LEM Nombre y firma:	D:
	M:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		A:



**CERTIFICADO DE ENSAYO  
COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES - ADOQUINES**

Código	AE-FO-01
Versión	1
Fecha	7/5/2018
Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.611:2017

REFERENCIA SOLICITANTE	: Datos de laboratorio : Michael Jesús Sanchez Gamboa	REFERENCIA:	IGC-LEM-137-53
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Fecha de emisión:	01/06/2019
UBICACIÓN	: LIMA		

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	Fm Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% Fm
ADOQUÍN DE CONCRETO + 10% CAUCHO	4/5/2019	1/6/2019	28	58269.0	199.2	292.5	420.0	69.6
ADOQUÍN DE CONCRETO + 10% CAUCHO	4/5/2019	1/6/2019	28	58703.5	200.6	292.7	420.0	69.7
ADOQUÍN DE CONCRETO + 10% CAUCHO	4/5/2019	1/6/2019	28	57225.0	199.0	287.6	420.0	68.5
<b>PROMEDIO (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>								<b>290.9</b>

**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:





**CERTIFICADO DE ENSAYO  
COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES - ADOQUINES**

Código	AE-FO-01
Versión	1
Fecha	7/5/2018
Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.611:2017

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	REFERENCIA:	IGC-LEM-137-54
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sánchez Gamboa		
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión:	02/08/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	AREA cm2	ESFUERZO kgf/cm2	Fm Diseño kgf/cm2	% F m
ADOQUÍN DE CONCRETO + 15% CALIJO	5/5/2019	2/6/2019	28	47314.9	199.4	237.3	420.0	56.5
ADOQUÍN DE CONCRETO + 15% CALIJO	5/5/2019	2/6/2019	28	48703.5	201.0	242.3	420.0	57.7
ADOQUÍN DE CONCRETO + 15% CALIJO	5/5/2019	2/6/2019	28	46225.0	198.8	232.6	420.0	55.4
<b>PROMEDIO (Kg/cm2)</b>								<b>237.4</b>



**EQUIPO DE ENSAYO**


Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGENEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Neem C. Sánchez Huamán</b> INGENIERO CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

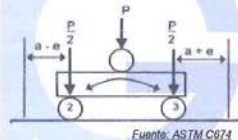
# Resistencia a la flexión de los adoquines de concreto patrón y adicionados con caucho

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

<b>PROYECTO</b>	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."	<b>REGISTRO N°:</b> IGC19-LEM-137-03
<b>SOLICITANTE</b>	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	<b>REALIZADO POR :</b> J. Paulino
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: --	<b>REVISADO POR :</b> J.Gutiérrez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima	<b>FECHA DE ENSAYO :</b> 30/5/2019
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 30/05/2019	<b>TURNO :</b> Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido	
<b>Presentación</b>	: Especímenes prismáticos	
<b>F'c de diseño</b>	: 420 kg/cm2	

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
BLOQUE PATRON	2/5/2019	30/5/2019	28 días	5.1	51.4	51.8 kg/cm2
BLOQUE PATRON	2/5/2019	30/5/2019	28 días	5.2	52.2	
BLOQUE PATRON	2/5/2019	30/5/2019	28 días	5.2	51.7	




**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

### OBSERVACIONES:

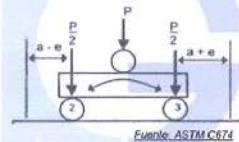
- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
<b>TECNICO LEM</b>	<b>D:</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>D:</b>
Nombre y firma:	<b>M:</b>	Nombre y firma:	<b>M:</b>
	<b>A:</b>	 <b>Neemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>A:</b>
			 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: "Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-137-64
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J.Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceros, San Juan de Lurigancho - Lima		FECHA DE ENSAYO :	31/5/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 31/5/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F <sup>c</sup> de diseño	: 420 kg/cm <sup>2</sup>			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674



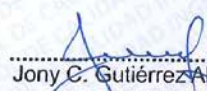
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPA)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
ADOQUÍN DE CONCRETO + 5% CAUCHO	3/5/2019	31/5/2019	28 días	4.7	47.3	47.4 kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUÍN DE CONCRETO + 5% CAUCHO	3/5/2019	31/5/2019	28 días	4.8	48.3	
ADOQUÍN DE CONCRETO + 5% CAUCHO	3/5/2019	31/5/2019	28 días	4.7	46.7	




**INGEOCONTROL**  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

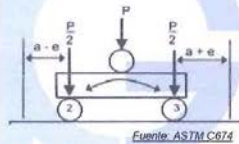
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-PO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: "Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-137-65
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Garboa	REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima	FECHA DE ENSAYO :	1/6/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 1/06/2019	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
F <sup>c</sup> de diseño	: 420 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674**

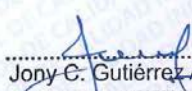
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPA)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
ADOQUÍN DE CONCRETO + 10% CAUCHO	4/5/2019	1/6/2019	28 días	3.2	32.2	32.0 kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUÍN DE CONCRETO + 10% CAUCHO	4/5/2019	1/6/2019	28 días	3.1	30.8	
ADOQUÍN DE CONCRETO + 10% CAUCHO	4/5/2019	1/6/2019	28 días	3.3	33.0	




**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

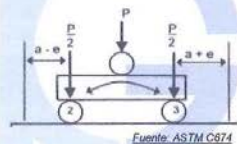
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD	

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: "Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-137-66
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceros, San Juan de Lurigancho - Lima		FECHA DE ENSAYO :	3/6/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 3/06/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F <sup>c</sup> de diseño	: 420 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
ADOQUÍN DE CONCRETO + 15% CAUCHO	6/5/2019	3/6/2019	28 días	2.6	26.0	25.3 kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUÍN DE CONCRETO + 15% CAUCHO	6/5/2019	3/6/2019	28 días	2.5	25.3	
ADOQUÍN DE CONCRETO + 15% CAUCHO	6/5/2019	3/6/2019	28 días	2.5	24.7	




**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

# Densidad y Absorción de los adoquines de concreto patrón y adicionados con caucho

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-78
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC18-LEM-137-44  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : B. Melgar  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : J. Gutierrez  
**Ubicación de Proyecto** : Lima Fecha de Ensayo: 19/08/2019  
**Material** : Adoquines de concreto - Diseño Patrón Turno: Diurno


**Tipo de muestra** : Adoquin PATRON  
**Procedencia** : Ferrería Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

DATOS		A	B	C
1	Peso de la muestra sss	2918.9	2999.0	2817.2
2	Peso de la muestra sss sumergida	1963.6	2017.2	1894.7
3	Peso de la muestra secada al horno	2772.0	2837.3	2657.7

RESULTADOS	1	2	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.902	2.890	2.881	2.891
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	3.055	3.055	3.054	3.055
PESO ESPECIFICO APARENTE	3.429	3.460	3.483	3.457
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	5.3	5.7	6.0	5.7

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCQ - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-78
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. Registro N°: IGC18-LEM-137-45  
**Solicitante** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Muestreado por : B. Melgar  
**Atención** : Michael Jesús Sanchez Gamboa Ensayado por : J. Gutierrez  
**Ubicación de Proyecto** : Lima Fecha de Ensayo: 19/6/2019  
**Material** : Adoquines de concreto - 5% adición de caucho Turno: Diurno

---


**Tipo de muestra** : Adoquín con 5% de caucho  
**Procedencia** : Ferrería Progresol - Av. Naranjal  
**N° de Muestra** : ---  
**Progresiva** : ---

DATOS		A	B	C
1	Peso de la muestra sss	2903.6	2856.6	2776.8
2	Peso de la muestra sss sumergida	1924.1	1882.5	1829.0
3	Peso de la muestra secada al horno	2736.7	2689.2	2607.3

RESULTADOS	1	2	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.794	2.755	2.751	2.767
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.964	2.929	2.930	2.941
PESO ESPECIFICO APARENTE	3.368	3.334	3.350	3.350
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	6.1	6.3	6.5	6.3

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	OCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

<b>Proyecto</b>	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumáticos para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	<b>Registro N°:</b> IGC18-LEM-137-46
<b>Solicitante</b>	: Michael Jesus Sanchez Gamboa	<b>Muestreado por :</b> B. Melgar
<b>Atención</b>	: Michael Jesus Sanchez Gamboa	<b>Ensayado por :</b> J. Gutierrez
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Lima	<b>Fecha de Ensayo:</b> 19/6/2019
<b>Material</b>	: Adoquines de concreto - Diseño 10% adición de caucho reciclado	<b>Turno:</b> Diurno

<b>Tipo de muestra</b>	: ---
<b>Procedencia</b>	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal
<b>N° de Muestra</b>	: ---
<b>Progresiva</b>	: ---

DATOS		A	B	C
1	Peso de la muestra sss	2821.5	2897.7	2806.4
2	Peso de la muestra sss sumergida	1851.7	1900.9	1837.1
3	Peso de la muestra secada al horno	2641.9	2718.3	2632.6


RESULTADOS	1	2	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.724	2.727	2.716	2.722
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.909	2.907	2.895	2.904
PESO ESPECIFICO APARENTE	3.343	3.326	3.309	3.326
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	6.8	6.6	6.6	6.7

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com



	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-78
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.	Registro N°:	IGC18-LEM-137-47
Solicitante	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Muestreado por :	B. Melgar
Atención	: Michael Jesús Sanchez Gamboa	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo:	19/6/2019
Material	: Adoquines de concreto - 15% adición de caucho	Turno:	Diurno
Tipo de muestra	: ---		
Procedencia	: Ferreteria Progresol - Av. Naranjal		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

DATOS		A	B	C
1	Peso de la muestra sss	2917.8	2944.9	2374.2
2	Peso de la muestra sss sumergida	1897.8	1915.6	1540.3
3	Peso de la muestra secada al horno	2724.4	2745.0	2210.6


RESULTADOS	1	2	3	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.671	2.667	2.651	2.663
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.861	2.861	2.847	2.856
PESO ESPECIFICO APARENTE	3.296	3.310	3.298	3.301
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	7.1	7.3	7.4	7.3

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>CQC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Apanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

# Diseño de mezcla asfáltica en caliente método Marshall

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 20

**PROYECTO** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-137-39  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **REALIZADO POR :** M. Alfaro  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **REVISADO POR :** J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima **FECHA DE ENSAYO :** 3/5/2019

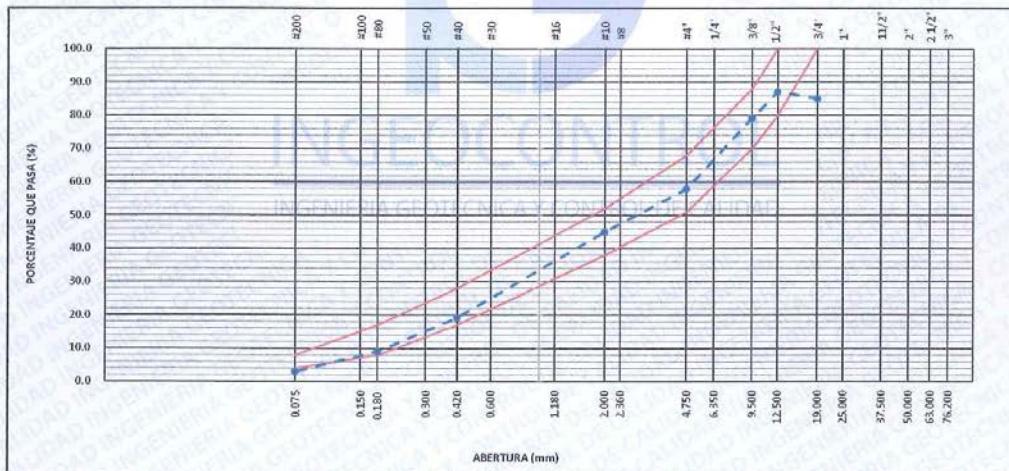
**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Identificación** : Mezcla de agregados  
**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	Peso Retenido	Porcentaje			Formulas de trabajo	ESPECIFICACIÓN MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumulado	Pasante			
3"	76.200							
2 1/2"	63.000						<b>Peso total</b> 7969.0 g	
2"	50.000						<b>Fración finos :</b> 0.0 g	
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000			85.0		100	100	
1/2"	12.500	1032.2	12.9	12.9	87.1	80	100	
3/8"	9.500	634.5	7.9	20.9	79.1	70	89	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	1695.2	21.2	42.1	57.9	61	69	
# 8	2.360							
# 10	2.000	1034.9	13.0	55.0	45.0	38	62	
# 16	1.180							
# 30	0.600							
# 40	0.420	2066.9	25.9	80.9	19.1	17	28	
# 50	0.300		0.0	100.0				
# 100	0.150							
# 200	0.075	487.4	6.1	97.0	3.0	4	8	
>200		237.5	3.0	100.0				


**Observaciones :**  
 Según especificación técnica MTC EG-2013 (Sección 423)  
 Pavimento de concreto asfáltico en caliente.  
 Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2  
 Arena zarandeada 49.0 %  
 Grava triturada 35.0 %  
 Cemento portland 1.0 %

### CURVA GRANULOMÉTRICA



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
A:		A:	

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 20


PROYECTO : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-39  
 SOLICITANTE : Michael Jesús Sanchez Gamboa REALIZADO POR : M. Alfaro  
 CLIENTE : Michael Jesús Sanchez Gamboa REVISADO POR : J. Gutiérrez  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					40.19			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.36			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					0.95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.704			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1190.8	1193.6	1195.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1193.7	1195.5	1198.6		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				689.7	690.1	689.3		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				504.0	505.4	509.3		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.363	2.362	2.347	2.357	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.553			
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				7.5	7.5	8.1	7.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.748			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.45			
22	% de Asfalto Efectivo					3.12			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.7	14.7	15.3	14.9	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				49.2	49.0	47.0	48.4	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	13.0	12.0	12.7	8 - 14
27	Estabilidad sin correjir (Kg)				1852	1686	1001		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				2030	1753	1001	1595	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				6248	5394	3338	4993	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-176</b>
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
			<b>Página</b>	<b>3 de 20</b>


**PROYECTO** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-39  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REALIZADO POR : M. Alfaro  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REVISADO POR : J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Identificación** : Mezcla de agregados  
**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	42 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
<b>BRIOQUETA N°</b>					1	2	3	PROHIBIDO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					39.98			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					54.07			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.020			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.698			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.600			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.784			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1191.2	1191.3	1194.2		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1193.2	1193.5	1196.7		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				690.2	693.1	692.2		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				503.0	500.4	504.5		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.368	2.381	2.367	2.372	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.523			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				6.1	5.6	6.2	6.0	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.735			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.28			
22	% de Asfalto Efectivo					3.79			
23	Relacion Filler/Betun					1.2			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.9	14.5	15.0	14.8	14
25	% Vacios llenos con C.A.				58.9	61.1	58.7	59.5	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				13.0	14.0	14.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1383	1521	1561		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1438	1582	1623	1548	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4425	4519	4638	4527	1700 - 4000

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com


	INFORME		Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	4 de 20

**PROYECTO** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-39  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REALIZADO POR : M. Alfaro  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REVISADO POR : J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Identificación** : Mezcla de agregados  
**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	85.0	87.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 9	
BRICUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc									
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc									
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)									
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)									
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)									
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)									
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)									
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2011)									
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)									
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relacion Filler/Betun									
24	V.M.A.									
25	% Vacios llenos con C.A.									
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)									
27	Estabilidad sin corregir (Kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corregida 27 * 28									
30	Estabilidad / Flujo									

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME	Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	5 de 20

**PROYECTO** : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-39  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REALIZADO POR : M. Alfaro  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REVISADO POR : J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Identificación** : Mezcla de agregados  
**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMBIÉN ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100.0	95.0	89.1	79.1	57.9	45.0	19.1	9.1	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	86 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 9	
BRICQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc									
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc									
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)									
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)									
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)									
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)									
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)									
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)									
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)									
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total									
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relacion Filler/Betun									
24	V.H.A.									
25	% Vacíos llenos con C.A.									
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)									
27	Estabilidad sin corregir (Kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corregida 27 * 28									
30	Estabilidad / Flujo									

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com



INFORME

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE  
MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL

Código	AE-PO-176
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	6 de 20

REGISTRO N°: ICC-19-LEM-137-30

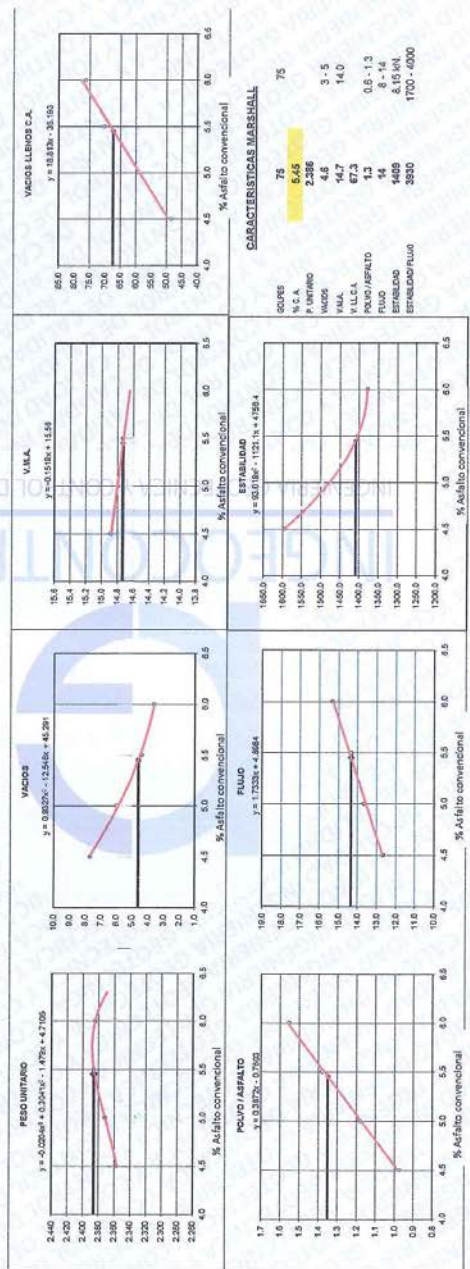
PROYECTO : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano. Lima 2019.

SOLICITANTE : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
 CLIENTE : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima

REALIZADO POR : M. Alfaro  
 REVISADO POR : J. Guillamoz  
 FECHA DE ENSAYO : 30/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO  
CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE



**CARACTERÍSTICAS MARSHALL**

GOLPES	75
N.C.A.	5.45
P. UNITARIO	2.386
VACIOS	4.5
PAV. 1	3 - 5
PAV. 2	14.0
V.L.L.C.A.	67.3
POLO/ASPHALTO	1.3
ESTABILIZADO	14
ESTABILIZADO/PAVO	4689
ESTABILIZADO/PAVO	8.15 KM
ESTABILIZADO/PAVO	3830
ESTABILIZADO/PAVO	1700 - 6000

INGECONTROL S.A.C.

JEFE LEM

Nombre y firma:

INGENIERIA CIVIL - CIP N°: 195029  
 INGENIERIA TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGECONTROL S.A.C.

JEFE LEM

Nombre y firma:


INGENIERIA DE PROYECTOS Y ESTUDIOS  
 INGENIERIA TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGECONTROL S.A.C.

JEFE LEM

Nombre y firma:

INGENIERIA DE PROYECTOS Y ESTUDIOS  
 INGENIERIA TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	7 de 20

**PROYECTO** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-137-39  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **REALIZADO POR :** M. Allaro  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa **REVISADO POR :** J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima **FECHA DE ENSAYO :** 3/5/2019

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Mezcla de agregados
Descripción	: Diseño MAC (Asfalto convencional)
<b>INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD</b>	



Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1193.0	1185.1	1188.6	1189.9
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1199.9	1180.2	1201.5	1201.6
3.- Peso por Desplazamiento	699.4	663.9	624.5	627.9
4.- Volumen de la Briqueta	530.5	526.3	577.0	573.8
5.- Peso Útil (g/ltz)	2,249	2,252	2,060	2,074
<b>PROMEDIOS</b>	<b>2,250</b>			<b>2,067</b>


2,250	2,067
50	5

$$\frac{1}{0.163} \text{ (GEB(S) - GEB(S))}$$

IC =	5.45
------	------

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



	INFORME	Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	8 de 20

PROYECTO : Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-39  
 SOLICITANTE : Michael Jesús Sánchez Gamboa REALIZADO POR : M. Alfaro  
 CLIENTE : Michael Jesús Sánchez Gamboa REVISADO POR : J. Gutiérrez  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)


INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)						
N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	03	04	05	06
1	Diametro	10.15	10.17	10.15	10.15	10.15
2	Espesor	6.69	6.68	6.70	6.70	6.70
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.45	5.45	5.45	5.45	5.45
4	Peso Probeta al Aire	1189.0	1187.0	1187.0	1191.0	1191.0
5	Peso de la Probeta Saturada (60')	1190.0	1183.0	1188.0	1192.0	1192.0
6	Peso de la Probeta en el Agua	680.0	678.0	678.0	679.0	679.0
7	Volumen de la Probeta	510.0	510.0	510.0	513.0	513.0
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.331	2.327	2.327	2.322	2.322
9	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	6.6	6.7	6.7	7.0	7.0
10	Estabilidad sin corregir	276	289	221	228	228
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Estabilidad corregida (kg)	276	289	221	228	228
13	Resistencia a la compresión	2.6	2.7			
14	Resistencia retenida	80	79			
15	Promedio Estabilidad ( 30 Minutos) (kg)		282			
16	Promedio Estabilidad ( 24 Horas) (kg)				225	
17	Resistencia conservada ( % )			80		

Observaciones :

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	9 de 20

**PROYECTO** : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-39  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REALIZADO POR : M. Alfaro  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa REVISADO POR : J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019


**Tipo de muestra** : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Identificación** : Mezcla de agregados  
**Descripción** : Diseño MAC (Asfalto convencional)

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0	8190.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7720.0	7714.0	7708.0	7705.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8920.0	8915.0	8911.0	8905.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1200.0	1201.0	1203.0	1200.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470.0	476.0	482.0	485.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.563	2.523	2.496	2.474	
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	

Observaciones :

  
**INGEOCONTROL**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noem F.C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME	Código	AE-FO-176
	<b>DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MÉTODO DE ILLINOIS - MARSHALL</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	10 de 20

PROYECTO : Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019. REGISTRO N°: IGC13-LEM-137-39  
 SOLICITANTE : Michael Jesús Sanchez Gamboa REALIZADO POR : M. Alfaro  
 CLIENTE : Michael Jesús Sanchez Gamboa REVISADO POR : J. Gutiérrez  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : 3/5/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
 Identificación : Mezcla de agregados  
 Descripción : Diseño MAC (Asfalto convencional)

**DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE  
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO  
(RESUMEN)**

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)


Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico


Tipo de asfalto : PEN 60 / 70  
 % óptimo de asfalto residual : 5.45 %

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	40.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.25	5.45	5.65	
PESO UNITARIO kg/m3	2.381	2.386	2.389	
VACIOS %	5.1	4.6	4.2	3 - 5
V.M.A. %	14.8	14.7	14.7	14
V.L.L.C.A. %	63.6	67.3	71.1	
POLVO / ASFALTO %	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO mm	14	14	15	8 - 14
ESTABILIDAD kN	1434.5	1409.3	1391.6	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4099.0	3929.8	3788.8	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA %		80		75
RESISTENCIA CONSERVADA %		80		80

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

# Resistencia a la compresión de los adoquines de asfalto patrón y adicionados con caucho

	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES - ADOQUINES</b>	Código	AE-FO-01
		Versión	1
		Fecha	7/5/2018
		Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.611:2017

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	REFERENCIA:	IOC-LEM-137-55
SOLICITANTE	: Michael Jestis Sanchez Gamboa		
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión:	15/05/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kgf/cm <sup>2</sup>
ADOQUIN PATRÓN MAC	15/5/2019	16/5/2019	1.0	15758.2	197.6	79.8
ADOQUIN PATRÓN MAC	15/5/2019	16/5/2019	1.0	18756.6	199.2	94.2
ADOQUIN PATRÓN MAC	43000	16/5/2019	1.0	17563.0	199.4	88.1
<b>PROMEDIO (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>87.3</b>



**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



**CERTIFICADO DE ENSAYO  
COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES - ADOQUINES**

Código	AE-FO-01
Versión	1
Fecha	7/5/2018
Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.611:2017

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	REFERENCIA:	ICC-LEM-137-56
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sánchez Gamboa		
PROYECTO	: "Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión:	18/05/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUIN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 5% CAUCHO	17/5/2019	18/5/2019	1.0	10728.0	198.2	54.1
ADOQUIN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 5% CAUCHO	17/5/2019	18/5/2019	1.0	10620.0	199.6	53.2
ADOQUIN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 5% CAUCHO	17/5/2019	18/5/2019	1.0	10785.0	199.8	54.0
				PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )		53.8

**INGEOCONTROL**  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

\* No se observaron fallas atípicas en las roturas

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.	CQC - LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



**CERTIFICADO DE ENSAYO  
COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES - ADOQUINES**

Código	AE-FO-01
Versión	1
Fecha	7/5/2018
Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.811:2017

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	REFERENCIA:	IGC-LEM-137-57
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sánchez Gamboa		
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión:	21/05/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 10% CAUCHO	21/5/2019	22/5/2019	1.0	7597.1	199.8	38.0
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 10% CAUCHO	22/5/2019	23/5/2019	1.0	7469.1	196.4	37.8
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 10% CAUCHO	43698	24/5/2019	1.0	7577.1	201.8	37.5
					<b>PROMEDIO (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>37.8</b>



**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

\* No se observaron fallas atípicas en las roturas

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGENIOCONTROL.

INGENIOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



**CERTIFICADO DE ENSAYO  
COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES - ADOQUINES**

Código	AE-FO-01
Versión	1
Fecha	7/6/2018
Página	1 de 1

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C140 / C140M - 18a / NTP 399.611-2017

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	REFERENCIA:	IOC-LEM-137-58
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		
PROYECTO	: *Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019.		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de emisión:	23/05/2019

IDENTIFICACION DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUIN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 15% CAUCHO	23/5/2019	24/5/2019	1.0	6857.9	199.0	34.5
ADOQUIN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 15% CAUCHO	23/5/2019	24/5/2019	1.0	6797.9	197.6	34.4
ADOQUIN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 15% CAUCHO	23/5/2019	24/5/2019	1.0	6857.9	199.6	33.4
<b>PROMEDIO (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>						<b>34.1</b>



**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN


**OBSERVACIONES:**

\* No se observaron fallas atípicas en las roturas

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de INGENIOCONTROL.

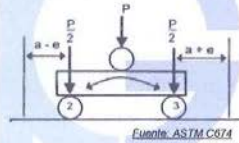
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:	M:		Nombre y firma:	M:	COC - LEM
	A:			A:	
			<b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		<b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

# Resistencia a la flexión de los adoquines de asfalto patrón y adicionados con caucho

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."			REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-67
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa			REALIZADO POR : J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---			REVISADO POR : J. Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceros, San Juan de Lurigancho - Lima			FECHA DE ENSAYO : 16/5/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 16/05/2019			TURNO : Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F <sup>c</sup> de diseño	: 420 kg/cm <sup>2</sup>			

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
BLOQUE PATRON MAC	15/5/2019	16/5/2019	1 días	2.3	23.5	23.2 kg/cm <sup>2</sup>
BLOQUE PATRON MAC	15/5/2019	16/5/2019	1 días	2.3	23.1	
BLOQUE PATRON MAC	15/5/2019	16/5/2019	1 días	2.3	23.2	




**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL.

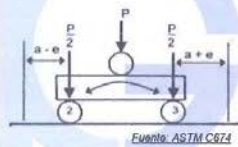
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."		REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-68	
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima		FECHA DE ENSAYO :	18/5/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 18/5/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F <sup>c</sup> de diseño	: 420 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (Kg/cm <sup>2</sup> )
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 5% CAUCHO	17/5/2019	18/5/2019	1 días	1.7	17.1	17.4 kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 5% CAUCHO	17/5/2019	18/5/2019	1 días	1.8	17.5	
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 5% CAUCHO	17/5/2019	18/5/2019	1 días	1.7	17.4	




**INGEOCONTROL**  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**OBSERVACIONES:**

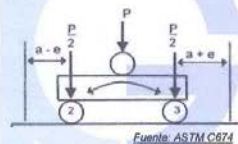
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: "Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."		REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-69	
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Ccusdra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima		FECHA DE ENSAYO :	22/5/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 22/05/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F <sup>c</sup> de diseño	: 420 kg/cm <sup>2</sup>			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674




IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 10% CAUCHO	21/5/2019	22/5/2019	1 días	1.4	13.7	13.8 kg/cm <sup>2</sup>
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 10% CAUCHO	21/5/2019	22/5/2019	1 días	1.4	14.5	
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 10% CAUCHO	21/5/2019	22/5/2019	1 días	1.3	13.1	




  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL.

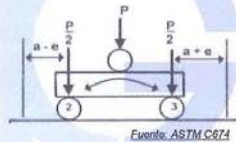
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM D: Nombre y firma: 	JEFE LEM D: Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	COC - LEM D: Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-137-70
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J.Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Cusdra 04 S/N, AV. Próceros, San Juan de Lurigancho - Lima		FECHA DE ENSAYO :	24/5/2019
FECHA DE EMISIÓN	: 24/05/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 420 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL ADOQUIN ENDURECIDO ASTM C674



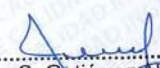
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	MODULO DE ROTURA (MPa)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm2)	PROMEDIO (Kg/cm2)
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 15% CAUCHO	23/5/2019	24/5/2019	1 días	1.1	10.9	10.6 kg/cm2
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 15% CAUCHO	23/5/2019	24/5/2019	1 días	1.1	10.6	
ADOQUÍN DE CONCRETO ASFÁLTICO + 15% CAUCHO	23/5/2019	24/5/2019	1 días	1.0	10.4	



**INGEOCONTROL**  
INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD


OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COO - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

# Densidad de los adoquines de asfalto patrón y adicionados con caucho

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-179
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO EN UNIDADES DE ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL - GEOMÉTRICO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima

**REGISTRO N°:** IGC19-LEM-137-52  
**REALIZADO POR :** J. Paulino  
**REVISADO POR :** J. Gutiérrez  
**FECHA DE ENSAYO :** 2/8/2019


**Tipo de muestra** : Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Identificación** : Mezcla de agregados

INFORME DE ENSAYO PESO UNITARIO DE BRIQUETAS		
MUESTRA N°	1	2
1.- PESO DE LA UNIDAD (g)	2942.6	2969.2
2.- LADO 1 PROMEDIO (cm)	10.21	10.10
3.- LADO 2 PROMEDIO (cm)	19.73	19.92
4.- ESPESOR PROMEDIO (cm)	6.13	6.18
5.- VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	1234.8	1243.4
6.- PESO UNITARIO (Densidad) DE ESPÉCIMEN (g/cm <sup>3</sup> )	2.383	2.388
7.- PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )	2.385	

Observaciones :



INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.	A:

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-179
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO EN UNIDADES DE ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL - GEOMÉTRICO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."  
 SOLICITANTE : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
 CLIENTE : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Calle los duraznos Cusadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima

REGISTRO N°: IGC19-LEM-137-53  
 REALIZADO POR : J. Paulino  
 REVISADO POR : J. Gutiérrez  
 FECHA DE ENSAYO : 2/6/2019


Tipo de muestra : Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC) + 5% de caucho  
 Identificación : Mezcla de agregados

INFORME DE ENSAYO PESO UNITARIO DE BRIQUETAS		
MUESTRA N°	1	2
1.- PESO DE LA UNIDAD (g)	2906.7	2880.1
2.- LADO 1 PROMEDIO (cm)	10.20	10.16
3.- LADO 2 PROMEDIO (cm)	19.76	19.84
4.- ESPESOR PROMEDIO (cm)	6.06	6.21
5.- VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	1225.4	1254.2
6.- PESO UNITARIO (Densidad) DE ESPECIMEN (g/cm <sup>3</sup> )	2.372	2.376
7.- PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )	2.374	

Observaciones :



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi G. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-179
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO EN UNIDADES DE ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL - GEOMÉTRICO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle los duraznos Cuadra 04 SIN, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima

**REGISTRO N°:** IGC19-LEM-137-54  
**REALIZADO POR :** J. Paulino  
**REVISADO POR :** J. Gutierrez  
**FECHA DE ENSAYO :** 2/6/2019


**Tipo de muestra** : Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC) + 10% de caucho  
**Identificación** : Mezcla de agregados

INFORME DE ENSAYO PESO UNITARIO DE BRIQUETAS		
MUESTRA N°	1	2
1.- PESO DE LA UNIDAD (g)	2907.6	2869.9
2.- LADO 1 PROMEDIO (cm)	10.18	10.13
3.- LADO 2 PROMEDIO (cm)	19.82	19.92
4.- ESPESOR PROMEDIO (cm)	6.09	6.21
5.- VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	1230.0	1253.1
6.- PESO UNITARIO (Densidad) DE ESPECIMEN (g/cm <sup>3</sup> )	2.364	2.370
7.- PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )	2.367	

Observaciones :



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-179
	<b>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO EN UNIDADES DE ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL - GEOMÉTRICO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima

**REGISTRO N°**: IGC19-LEM-137-55  
**REALIZADO POR** : J. Paulino  
**REVISADO POR** : J. Gutierrez  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/6/2019

**Tipo de muestra** : Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC) + 15% de caucho  
**Identificación** : Mezcla de agregados





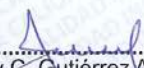
INFORME DE ENSAYO PESO UNITARIO DE BRIQUETAS		
MUESTRA N°	1	2
1.- PESO DE LA UNIDAD (g)	2951.1	2891.6
2.- LADO 1 PROMEDIO (cm)	10.26	10.13
3.- LADO 2 PROMEDIO (cm)	19.94	19.81
4.- ESPESOR PROMEDIO (cm)	6.12	6.15
5.- VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	1252.1	1234.2
6.- PESO UNITARIO (Densidad) DE ESPÉCIMEN (g/cm <sup>3</sup> )	2.357	2.343
7.- PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )	2.350	

Observaciones :




INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Porcentaje de vacíos de los adoquines de asfalto patrón y los adicionados con caucho

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-176	
	<b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA MÁXIMA (RICE)</b>		Versión	01	
			Fecha	30-04-2018	
			Página	1 de 1	
PROYECTO	: "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-137-48	
SOLICITANTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		REALIZADO POR :	J. Paulino	
CLIENTE	: Michael Jesús Sanchez Gamboa		REVISADO POR :	J. Gutierrez	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima		FECHA DE ENSAYO :	2/6/2019	
Tipo de muestra	: Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	: Mezcla de agregados				
<b>INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)</b>					
MUESTRA N°			1	2	
1.- PESO DEL FRASCO (g)			6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO (g)			8190.0	8190.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) g			7082.3	7082.8	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA (g)			9847.3	9852.8	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA (g)			2765.0	2770.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) g			1107.7	1107.2	
7.- PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) g/cm3			2.496	2.502	
8.- PROMEDIO (g/cm3)			2.499		
PESO UNITARIO DETERMINADO (g/cm3)			2.385		
% VACÍOS			4.6		
Observaciones :					
 <b>INGEOCONTROL</b> INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD					
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima					
Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299					
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com					
1					



	INFORME	Código	AE-FO-176
	DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA MÁXIMA (RICE)	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : "Análisis de las propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima

**REGISTRO N°**: IGC19-LEM-137-49  
**REALIZADO POR** : J. Paulino  
**REVISADO POR** : J. Gutiérrez  
**FECHA DE ENSAYO** : 2/6/2019


**Tipo de muestra** : Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC) + 5% de caucho  
**Identificación** : Mezcla de agregados

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)		
MUESTRA N°	1	2
1.- PESO DEL FRASCO (g)	6047.0	6047.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO (g)	8190.0	8190.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) g	7158.5	7110.2
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA (g)	9722.9	9791.6
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA (g)	2564.3	2681.4
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) g	1031.5	1079.8
7.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) g/cm <sup>3</sup>	2.486	2.483
8.- PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )	2.485	
PESO UNITARIO DETERMINADO (g/cm <sup>3</sup> )	2.374	
% VACÍOS	4.5	

Observaciones :



INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Neemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-176</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPEÍFICA MÁXIMA (RICE)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

**PROYECTO** : "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sánchez Gamboa  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle los duraznos Cuadra 04 SIN, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima

**REGISTRO N°:** IGC19-LEM-137-50  
**REALIZADO POR :** J. Paulino  
**REVISADO POR :** J. Gutiérrez  
**FECHA DE ENSAYO :** 2/6/2019


**Tipo de muestra** : Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC) + 10% de caucho  
**Identificación** : Mezcla de agregados

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)		
MUESTRA N°	1	2
1.- PESO DEL FRASCO (g)	6047.0	6047.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO (g)	8190.0	8190.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) g	7053.7	7055.7
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA (g)	9986.2	9811.5
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA (g)	2842.5	2715.8
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) g	1136.3	1094.3
7.- PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) g/cm <sup>3</sup>	2.475	2.482
8.- PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )	2.478	
PESO UNITARIO DETERMINADO (g/cm <sup>3</sup> )	2.367	
% VACÍOS	4.5	

Observaciones :



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-176</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPEÍFICA MÁXIMA (RICE)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

**PROYECTO** : "Análisis de la propiedades físicas - mecánicas del adoquinado de concreto y bloques de asfalto con material reciclado de neumático para pavimento de tránsito liviano, Lima 2019."  
**SOLICITANTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
**CLIENTE** : Michael Jesús Sanchez Gamboa  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Calle los duraznos Cuadra 04 S/N, AV. Próceres, San Juan de Lurigancho - Lima

**REGISTRO N°:** IGC19-LEM-137-51  
**REALIZADO POR :** J. Paulino  
**REVISADO POR :** J. Gutiérrez  
**FECHA DE ENSAYO :** 2/8/2019

**Tipo de muestra** : Adoquines de Mezcla asfáltica en caliente (MAC)  
**Identificación** : Mezcla de agregados

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPEÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)		
MUESTRA N°	1	2
1.- PESO DEL FRASCO (g)	6047.0	6047.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO (g)	8190.0	8190.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05) g	7098.5	7100.9
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA (g)	9785.8	9792.3
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA (g)	2687.3	2691.4
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3) g	1091.5	1089.1
7.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6) g/cm <sup>3</sup>	2.462	2.471
8.- PROMEDIO (g/cm <sup>3</sup> )	2.467	
PESO UNITARIO DETERMINADO (g/cm <sup>3</sup> )	2.350	
% VACÍOS	4.7	

Observaciones :



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Ficha técnica del cemento asfáltico – Petroperú PEN 60/70

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO		ASFALTO SÓLIDO		Fecha efectiva:		Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO		CEMENTO ASFÁLTICO		Reemplaza edición de:		Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO		ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN					
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO				
	MÍN.	MÁX.	ASTM	AASHTO			
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	60	70	D-5	T-49			
VOLATILIDAD							
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-226			
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	232		D-92	T-48			
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51			
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44			
<b>SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA</b>							
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas:			D-1754	T-179			
Pérdida por calentamiento, % masa	0.8						
Penetración retenida, % del original	52+		D-5	T-49			
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	50		D-113	T-51			
Indice de susceptibilidad térmica	-1.0	+1.0			Francés RLB		
<b>FLUIDEZ</b>							
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	Reportar		D-2170	T-201			
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	200		D-2170	T-201			
<b>REQUERIMIENTO GENERAL:</b>		El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.					
<b>OBSERVACIONES:</b>							
(a) En concordancia con a Norma Técnica Peruana NTP 321.051 y con los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20.							

## Fotografías



*Figura N° 11.* Cuarteo de los agregados.



*Figura N° 12.* Peso específico agregado grueso.



*Figura N° 13.* Peso específico agregado fino.



*Figura N° 14.* Secado de los agregados.



*Figura N° 15.* Angularidad de los agregados.



*Figura N° 16.* Ensayo de desgaste.



**Figura N° 18.** Triturado del caucho.

**Figura N° 17.** Recojo de neumáticos.



**Figura N° 19.** Mezclado del concreto.



**Figura N° 20.** Pesado del concreto.



**Figura N° 21.** Elaboración de los adoquines.



**Figura N° 22.** Adoquines indentificados.



**Figura N° 23.** Elaboración de la mezcla asfáltica.



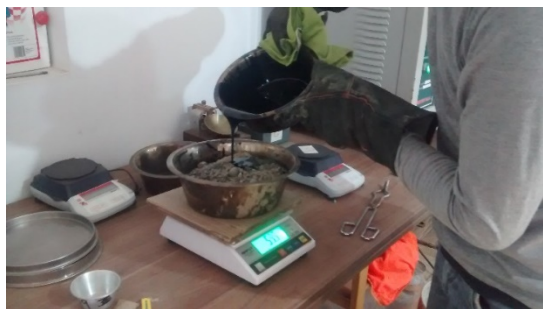
**Figura N° 24.** Mezclado de la mezcla asfáltica.



**Figura N° 25.** Elaboración de briquetas.



**Figura N° 26.** Briquetas elaboradas.



**Figura N° 27.** Elaboracion de adoquin de asfalto.



**Figura N° 28.** Compactación.



*Figura N° 29.* Adoquin de asfalto.



*Figura N° 30.* Adoquin de asfalto.



*Figura N° 31.* Adoquin sin caucho.



*Figura N° 32.* Adoquin con caucho.



*Figura N° 33.* Adoquin sin caucho.



*Figura N° 34.* Adoquin con caucho.



*Figura N° 35.* Ensayo a la flexión.



*Figura N° 36.* Ensayo a la flexión.



## Certificados de calibración de los Equipos

 <b>PERUTEST S.A.C</b> EQUIPOS E INSTRUMENTOS		<b>PERUTEST S.A.C</b> CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA RUC N° 20602182721
<b>Área de Metrología</b> Laboratorio de Longitud		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>PT - LL - 036 - 2019</b>
		Página 1 de 3
<b>1. Expediente</b>	800-2019	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	INGECONTROL S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	COMPARADOR CUADRANTE (DIAL)	
<b>Alcance de Indicación</b>	0 pulg. a 1.00 pulg.	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0.001 pulg.	
<b>Marca</b>	INSIZE	
<b>Modelo</b>	2307-1	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	NO INDICA	
<b>Identificación</b>	LL-036	
<b>Tipo de Indicación</b>	ANALÓGICO	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2019-02-13	
<b>Fecha de Emisión</b>	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2019-02-15	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	
Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe		



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>800-2019</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>10 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>II</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R21PE30ZH</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>B845372630</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-13</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II del SNM-INDECOP". Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente  
MZA, B LOTE, 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUOGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud F1)	METROL M 0862 - 2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Husca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutesl.com.pe Web: www.perutesl.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Metro

Página 1 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRASA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15.000 g			Carga L2 = 30.000 g			
	I (g)	M (g)	E (g)	I (g)	M (g)	E (g)	
1	15.000	0.4	0.1	30.000	0.5	0.0	
2	14.999	0.3	-0.6	30.000	0.5	0.0	
3	15.000	0.6	-0.1	29.999	0.3	-0.6	
4	15.000	0.6	-0.1	30.000	0.4	0.1	
5	15.000	0.5	0.0	30.000	0.5	0.0	
6	15.000	0.3	0.2	30.000	0.5	0.0	
7	15.000	0.3	0.2	30.000	0.4	0.1	
8	14.999	0.3	-0.6	30.000	0.5	0.0	
9	15.000	0.5	0.0	30.000	0.5	0.0	
10	15.000	0.5	0.0	29.999	0.3	-0.6	
Diferencia Máxima			1.0	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 20.0	Error Máximo Permissible			± 30.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Carga Mínima*	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>			Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>					
		I (g)	M (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	M (g)	E <sub>c</sub> (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	90 g	10	0.5	0.0	10.000	10.000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10.000	0.6	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10.000	10.000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10.000	0.2	0.3	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10.000	0.3	0.2	0.2	0.2
* Valor entre 0 y 10g						Error máximo permisible				± 20.0



Principal: Calle Yahuar Husca Nro. 315 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2220 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
 RUC N° 20602182731

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Metales

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e m p ** (4 g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.8	-0.1	0.2	20	0.9	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1.000	1.000	0.9	0.0	0.3	1.000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5.000	5.000	0.8	-0.1	0.2	5.000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10.000	10.000	0.5	0.0	0.3	10.000	0.5	0.0	0.3	20.0
15.000	15.000	0.2	0.3	0.6	15.000	0.2	0.3	0.6	20.0
20.000	20.000	0.3	0.2	0.5	20.000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25.000	25.001	0.3	-1.2	1.5	25.000	0.5	0.0	0.3	30.0
30.000	30.000	0.5	0.0	0.3	30.000	0.5	0.0	0.3	30.0

\*\* error máximo permitido

Leyenda: L: Carga indicada a la balanza; AI: Carga adicional; E<sub>c</sub>: Error en peso;  
 I: Indicación de la balanza; E: Error encontrado; E<sub>c</sub>: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{0.4223333 \cdot e^2 + 0.0000000043 \cdot R^2}$

Lectura corregida  $R_{\text{correctada}} = R + 0.0000323 \cdot R$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2229 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FIBRA - QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 038 - 2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Fuerzas

Página 1 de 1

<b>1. Expediente</b>	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	INGEOCONTROL S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	NIZA, B LOTE 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	120,000 kg.f	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Marca</b>	ELE INTERNATIONAL	
<b>Modelo</b>	ADR TOUCH	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Número de Serie</b>	1887-1-00074	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	ELE INTERNATIONAL	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	0.1 kg.f	
<b>Ubicación</b>	Laboratorio	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

  
 MANUEL ALEJANDRO ALINDA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1220 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 3226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe, Web: www.perutest.com.pe



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 038 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del IEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

#### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR



#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celitas patrones calibrados en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celita de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LF-272-18

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Binchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2228 / (511) 502 - 2224  
E-mail : [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe) , Web: [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 038 - 2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	10025.9	10029.3	10028.1	10027.3
20	20000	20085.7	20091.9	20088.2	20087.9
30	30000	30137.6	30143.0	30140.3	30139.6
40	40000	40198.7	40205.5	40201.3	40198.5
50	50000	50266.5	50279.0	50274.3	50273.6
60	60000	60336.5	60343.1	60339.8	60339.0
70	70000	70413.1	70420.1	70416.6	70415.7
80	80000	80498.0	80505.3	80501.7	80499.8
90	90000	90598.0	90605.0	90601.0	90599.3
100	100000	100703.9	100711.7	100707.7	100704.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ ( $k=2$ ) (%)
	Exactitud $\epsilon$ (%)	Repetibilidad $\delta$ (%)	Reproducibilidad $\nu$ (%)	Resol. Relativa $\alpha$ (%)	
10000	-0.27	0.03	0.03	0.10	0.58
20000	-0.44	0.03	0.03	0.05	0.58
30000	-0.46	0.02	0.02	0.03	0.58
40000	-0.35	0.01	0.01	0.03	0.57
50000	-0.38	0.02	0.02	0.02	0.57
60000	-0.36	0.01	0.01	0.02	0.57
70000	-0.34	0.01	0.01	0.01	0.57
80000	-0.34	0.01	0.01	0.01	0.57
90000	-0.42	0.00	-0.01	0.01	0.57
100000	-0.54	0.02	0.02	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $\epsilon_0$ )	0.00 %
--	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 315 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Binchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2228 / (011) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe, Web: www.perutest.com.pe





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)	
Alcance de indicación	0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.	
División de Escala / Resolución	0.01 mm / 0.0005 pulg.	
Marca	UBERMAN	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de Indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

- Expediente** 800-2019
- Solicitante** INGEOCONTROL S.A.C.
- Dirección** MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
- Equipo** HORNO  
**Alcance Máximo** 300 °C  
**Marca** PERUTEST  
**Modelo** PT-H  
**Número de Serie** 0105  
**Procedencia** PERÚ  
**Identificación** NO INDICA  
**Ubicación** NO INDICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

- Fecha de Calibración** 2019-02-13

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	800-2019
<b>2. Solicitante</b>	INGEOCONTROL S.A.C.
<b>3. Dirección</b>	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA CBR</b>
Capacidad	5000 kgf
Marca	RUMISTON
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERÚ
Identificación	LF-037
Indicación	DIGITAL
Marca	HIWEIGHT
Modelo	315XS
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe