

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y
ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Andy Miguel Quiñones Castillo

Asesor:

Mg. German Sagastegui Vásquez
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Luis Alberto Alva Reyes	42013371
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Nixon Brayan Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Cinthya Vanessa Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis_Miguel_Qui_ones_Castillo__versi_n_final_turnitin.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	www.trujilloeshoy.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
5	es-us.finanzas.yahoo.com Fuente de Internet	1%
6	inte.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	sostenibilidad.usil.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico a toda mi familia; principalmente, a mis padres que me apoyaron incondicionalmente en cada momento, quienes han sido los pilares fundamentales para seguir formándome como profesional; así mismo, a mi querida hermana porque es la razón de sentirme orgulloso de culminar mi meta

Andy Miguel Quiñones Castillo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme brindado la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar esta etapa de mi vida; además, agradezco a mis padres María Castillo de Quiñones y Mario Quiñones Carrasco, también a mi hermana Karolay Quiñones Castillo, que, sin duda alguna con sus consejos, amor y comprensión, me han impulsado a seguir adelante, corrigiendo mis errores, celebrando mis triunfos en el trayecto de toda mi vida. De manera especial agradezco a mi asesor el Ing. German Sagastegui Vásquez, por su compromiso, paciencia, voluntad de compartir sus experiencias y su amplio conocimiento para la elaboración y culminación de este trabajo, finalmente mi gratitud a los docentes de la Universidad Privada del Norte, que han sido parte de este camino y contribuyeron con sus sabias enseñanzas a mi formación profesional.

Andy Miguel Quiñones Castillo

RESUMEN

L investigación buscó analizar las propiedades del adoquín considerando plástico reciclado y adoquín convencional en la ciudad de Trujillo, el tipo de investigación fue aplicada, y con un diseño de investigación experimental, contó con un muestreo no probabilístico, los porcentajes utilizadas en un adoquín $f'c=280$ kg/cm² fueron al 5.5 %, 10.5 %, 15.5 % y 20.5 % de plástico reciclado. El resultado de esta investigación a los 28 días de curado con adición 5.5 % de plástico reciclado se tuvo una resistencia promedio de 293.15 kg/cm², con adición 10.5%, de plástico reciclado, una resistencia de 325.83 kg/cm², con adición 15.5 % de plástico reciclado, una resistencia de 294.08 kg/cm², con 20.5 % de plástico reciclado, una resistencia de 289.35 kg/cm², en el ensayo de desgaste abrasivo mediante rueda ancha con el adoquín patrón se tuvo un desgaste de 20.33 mm, con adición 5.5 % se tuvo 19.83 mm, con adición 10.5 % se tuvo 22.25 mm, con adición 15.5 % se tuvo 26.75 mm, con adición 20.5 % se tuvo 30.58 mm. Se concluyó la mayor resistencia es con la adición 10.5 % de plástico reciclado, pero a mayor de ello, la resistencia empieza a bajar, con respecto al desgaste abrasivo mediante la rueda ancha a mayor adición de plástico reciclado el desgaste es mayor.

Palabras clave: plástico reciclado, resistencia a compresión, desgaste, adoquín

TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
RESUMEN	6
TABLA DE CONTENIDO	7
CAPÍTULO 1. INTRODUCCION	10
1.1 Realidad Problemática	10
2.1 Antecedentes teóricos	13
1.3 Definiciones conceptuales	17
1.4 Formulación del problema	21
1.5 Objetivos	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos	22
1.6 Hipótesis:	22
CAPITULO II: METODOLOGIA	23
2.1 Tipo de investigación.....	23
2.2 Diseño de investigación	23
2.3 Clasificación de variables	23
2.4 Población, muestra y muestreo	24
Población.....	24
Muestra	24
Tabla 3	26
2.6 Técnicas e instrumentos de recolección	27
Técnicas de recolección de datos.....	27
Instrumentos de recolección de datos	27
2.7 Procedimiento	27
2.9 Aspectos éticos.....	33
CAPITULO III: RESULTADOS	34
CAPITULO IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES	43
REFERENCIAS	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de Variables.....	25
Tabla 2: Tamaño de muestraMatriz de operacionalización de variables	26
Tabla 3: Matriz de operacionalización de variables	28
Tabla 4: Resultados de las características físicas del agregado fino.....	36
Tabla 5:Resultados de las características físicas del agregado grueso.....	36
Tabla 6: Diseño de mezcla	37
Tabla 7: Resultado a la resistencia a la compresión del adoquín con y sin plástico reciclado a los 28 días	39
Tabla 8: Resultados al desgaste abrasivo mediante rueda ancha del adoquín con y sin plástico reciclado	40
Tabla 9: Análisis de varianza resistencia compresión del concreto patrón y experimentales del adoquín a los 14 días	43
Tabla 10: Análisis de varianza resistencia compresión del concreto patrón y experimentales del adoquín a los 28 días	43
Tabla 11: Análisis de varianza de desgaste del adoquin.....	44
Tabla 12: Ensayo de Granulometría del agregado grueso	93
Tabla 13: Ensayo de peso específico agregado grueso.....	93
Tabla 14: Absorción del agregado grueso	94
Tabla 15: Peso unitario suelto del agregado grueso	94
Tabla 16: Peso unitario compactado del agregado grueso	95
Tabla 17: Contenido de humedad agregado grueso	95
Tabla 18: Ensayo de granulometría del agregado fino	95
Tabla 19: ensayo de peso específico agregado fino	96
Tabla 20: Absorción del agregado fino	97
Tabla 21: Peso unitario suelto del agregado fino	97
Tabla 22: Peso unitario compactado del agregado fino	97
Tabla 23: Contenido de humedad agregado fino	98
Tabla 24: Valores de diseño seco	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje adecuado del ensayo de desgaste abrasivo del adoquín de concreto + 5.5% de plástico reciclado	38
Figura 2: Porcentaje adecuado del ensayo de la resistencia a compresión del adoquín de concreto + 10.5% de plástico reciclado	38
Figura 3: Resultados del ensayo resistencia a la compresión sin y con plástico reciclado a los 28 días	40
Figura 4: Resultados del ensayo de desgaste con rueda ancha sin y con plástico reciclado	41
Figura 5: Resultados de la resistencia a compresión y desgaste de los adoquines con porcentajes de plástico reciclado	42

CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

1.1 Realidad Problemática

La contaminación plástica afecta de manera desproporcionada a personas, grupos y pueblos en situaciones vulnerables, pone en riesgo sus derechos básicos, salud y bienestar, y planteará obstáculos sustanciales para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2021). Según la Agencia de Protección del Medio Ambiente (2022), una organización gubernamental estadounidense a la vanguardia de la protección del medio ambiente, sólo en Estados Unidos se recicla menos del 9% del plástico. El mundo está inmerso en una crisis de contaminación por plástico a pesar de los esfuerzos por aumentar la concienciación pública sobre el tema. Por desgracia, la idea del reciclaje de plástico es en gran medida un mito, y la verdad sobre el reciclaje de plástico es que éste nunca desaparece realmente. BBC mundo (2017). En los últimos 65 años el hombre ha producido 8,300 millones de toneladas de plástico y esto viene en aumento. La Universidad Georgia en EEUU indica que el monto de 8,300 millones de toneladas de plástico equivale a 1,000 millones de elefantes donde cada uno pesa 7.5 Tn, y lo más preocupante es que la gran parte de plástico se está presenciando en el mar, es por ello que animales vienen siendo afectado.

El segundo Plastic Waster Makers Index, compilado por la asociación sin fines de lucro Minderoo Foundation, encontró que el mundo generó 139 millones de toneladas métricas de desechos plásticos de un solo uso en 2021, lo que representa 6 millones de toneladas métricas más que en 2019 (Cable News Networks [CNN], 2023)

Según Greenpeace internacional (2018), Asia es el continente con la más alta producción de plástico en el mundo, teniendo un 51% del total, el país principal de producción es China,

teniendo un 30% del total en 2018, seguido por America del Norte (NAFTA) con un 18%.

El tercer puesto es de Europa con la producción de plástico con un 17% del total en 2018.

En Argentina, según el Ministerio de Ambiente y desarrollo sustentable (2019) en cada persona produce alrededor de 1,15 kilogramos de residuos urbanos por día. Esto significa que, al año, se genera una cantidad de basura que alcanzaría la altura del Aconcagua, más de 6900 metros.

Hoy en día el plástico es un problema a nivel mundial el cual debemos ver alternativas de solución ante la sociedad ya que es y seguirá siendo afectada en los siguientes años venideros, esto va de la mano del concepto de responsabilidad de los ciudadanos, por ello se viene mencionando conceptos como las 3R, que significa reducir, reciclar y reutilizar, son reglas para cuidar el medio ambiente.

De acuerdo al Ministerio del Ambiente de Perú, el país produce aproximadamente 1.2 millones de toneladas de residuos plásticos al año y solo el 10% de esos residuos son reciclados adecuadamente. En promedio, se usan anualmente 30 kilos de plástico por ciudadano, sumando cerca de 3 mil millones de bolsas plásticas, es decir, 6 mil bolsas cada minuto. Tan solo Lima Metropolitana y el Callao generan 886 toneladas de residuos plásticos diariamente, representando un 46% de estos residuos a nivel nacional (La República, 2023)

En nuestro país, según la Ministerio de Ambiente en el 2020, los plásticos que se desechan en Perú son recicladas para producir nuevos envases, la mayoría del plástico utilizado en el país todavía va a parar a basureros y rellenos sanitarios. Por ahora son alrededor 49.000 toneladas de plástico al año las que son recicladas por una única empresa en el país que tiene capacidad de procesar este material de modo que sirva para volver a fabricar nuevos envases.

Así mismo la viceministra de gestión ambiental la puesta en marcha de acuerdos de producción limpia (APL) con fabricantes de productos y envases de plástico como la peruana Pamolsa, que se comprometió a que su producción tenga un 40 % de plástico PET reciclado, (Radio Programas del Perú [RPP], 2020).

Según la organización Algalita Marine Research and Education, existe una isla de plástico alrededor de 2.6 millones de kilómetros cuadrados frente a las costas de Perú y Chile. Un deficiente sistema de gestión de los residuos pone en riesgo la integridad no solo de las especies que habitan nuestro litoral, sino también de la población humana (INTE PUCP, 2023).

Según Guzzeti et al (2018), la presencia de micro plásticos en los ecosistemas marinos es un riesgo potencial para la salud de las personas, dado que los contaminantes adsorbidos por los animales marinos pueden ser transferidos a los humanos a través de la cadena alimenticia, por ello la importancia de su estudio. Sin embargo, en Perú existen pocos estudios de este problema.

En Trujillo se genera aprox. 342.05 toneladas de residuos sólidos por día. Este indicador nos muestra que debemos preocuparnos en realizar una planificación a corto, mediano y largo plazo, los residuos sólidos están compuestos por 48.56% de residuos orgánicos, 29.68% de residuos inorgánicos reciclables, es decir 101 toneladas diarias, de papel, cartón, plástico, vidrio y metales, y un 21.76% de residuos sólidos no aprovechables corresponde a 74 toneladas diarias que requieren disposición final adecuada. (Undiario, 2023).

En la ciudad de Trujillo no existe ninguna empresa privada o por parte del gobierno local, gobierno regional o alguna autoridad que tome la decisión o que se encamine para poder

tener un tratamiento responsable referente a los plásticos, ni el propio ciudadano tiene el interés ya que no existe esa cultura, por ello esta investigación busca una alternativa donde el plástico reciclado sea reutilizado en adoquines y poder tener una alternativa económica, evitar la contaminación y sea parte de una alternativa de uso en pavimentos.

2.1 Antecedentes teóricos

Valbuena (2021) la investigación buscó comparar la resistencia de un adoquín considerado con materiales de HDPE (plásticos), evaluando el análisis de impacto ambiental y costos; con la finalidad de tener un diseño validado en laboratorio como alternativa de producto en la construcción de vías. Su diseño de investigación fue experimental y su tipo de investigación fue aplicada. Su resultado promedio al ensayo a compresión de HDPE con concreto hidráulico fue 33.36MPa, HDPE con polímeros 13.82MPa, HDPE con concreto asfáltico es 1.80MPa, otro resultado con respecto a flexotracción del HDPE con concreto hidráulico fue 2.61Mpa, HDPE con Polímero fue 2.45 MPa, con respecto al costo por producción por m² el HDPE con concreto hidráulico su costo \$53,735.00, HDPE con concreto asfáltico su costo \$54,065.00, HDPE con Polímero su costo \$63,800.00. Se concluyó el adoquín mezclado con HDPE el más adecuado cumpliendo su resistencia y su costo de producción competente con el mercado, así mismo es viable, estructural y tiene mayor contribución con el medio ambiente por su gran porcentaje de material reciclable.

El aporte de esta investigación es que el plástico adicionado al concreto es más económico y adecuado a comparación del plástico con asfalto, esto permitirá considerar en las discusiones

Patiño (2022) la investigación evaluó las características en función a su resistencia a tracción y compresión. Su investigación fue explicativa - experimental, su muestra fue 48 adoquines para el 0%, 1%, 3% 5% de PET. Su resultado obtuvo sin PET con respecto a la resistencia a compresión a los 7 días 311.818 kg/cm², 14 días 408.54 kg/cm² y 28 días 466.348 kg/cm², con 1% de PET a los 7 días, 14 días y 28 días con valores de 288.549 kg/cm², 376.081 kg/cm², 420.686 kg/cm² respectivamente, con un 3% de PET a los 7 días, 14 días y 28 días con valores 249.383 kg/cm², 339.979 kg/cm², 403.682 kg/cm² respectivamente, con 5% de PET a los 7 días, 14 días y 28 días con valores de 242.774 kg/cm², 298.841 kg/cm², 355.071 kg/cm² respectivamente, respecto a la tracción indirecta sin PET a los 7 días 32.08 kg/cm², a los 14 días 36.58 kg/cm², a los 28 días 46.42 kg/cm², con 1% de PET a los 7 días 43.95 kg/cm², a los 14 días 51.84 kg/cm², a los 28 días 59.85 kg/cm², con 3% de PET a los 7 días 53, 23 kg/cm², a los 14 días 69.39 kg/cm², a los 28 días 79.23 kg/cm², con un 5% de PET a los 7 días 73.49 kg/cm², a los 14 días 76.16 kg/cm², a los 28 días 85.30 kg/cm². Se concluyó a mayor porcentaje de PET, la resistencia baja como se puede observar en los resultados, el porcentaje factible en esta investigación fue 1% de plástico reciclado, consecuencia del deterioro de sus características como resistencia a la compresión fue más de 400 kg/cm², además, en el ensayo de resistencia a la tracción están por encima de los valores de los parámetros en adoquines.

Esta investigación aporta a mi investigación los porcentajes a considerar de PET para los adoquines.

Arias y Vargas (2023) la investigación estudió las características de adoquines producidos por compuestos de polipropileno con polietileno de alta y baja densidad provenientes de

posindustriales y posconsumo. El tipo de investigación fue aplicada y su diseño de investigación experimental. Tuvieron 11 muestras donde realizaron absorción de agua, resistencia a la flexión y resistencia a la abrasión. Teniendo resultados en la resistencia promedio se tuvo 11.0826 Mpa en 5 probetas donde los resultados son superiores a la normativa NTC 2017 que es 5.0 Mpa, en el caso de absorción se utilizó 3 probetas donde los plásticos son materiales no polares que no tienen la capacidad de atraer moléculas de agua es decir no absorbieron la humedad del aire, lo que evita que se presenten problemas de deformación o deterioro en los adoquines de plástico reciclado, en otras palabras son permeables, en el caso de abrasión al desgaste, se utilizó 3 probetas en cuenta la diferencia entre medidas y el factor de calibración, obtuvo como resultado un valor de 0,4mm, la norma NTC 5147 establece un valor máximo de 1mm. Se concluyó los adoquines no absorben humedad y su módulo de ruptura es superior al de los adoquines convencionales. También se encontró que al adicionar de plástico reciclado en adoquines tienen una buena resistencia al desgaste, lo que sugiere que son una opción durable y resistente para su uso en aplicaciones de pavimentación.

Esta investigación nos aporta los comportamientos del uso de PET en adoquines modelando estructuras para pavimentos articulados.

Aguilar (2023) la investigación estudió conocer la influencia del plástico reciclado PET en las características en adoquines de concreto. El tipo de investigación fue aplicada y su diseño de investigación fue experimental. En esta investigación elaboró adoquines con 4%, 6%, 8% y 10% de PET. Como resultados tuvimos a los 28 días con 0% de PET en la resistencia a compresión tuvo 330.66 kg/cm², con 4% de PET tuvo 333.15 kg/cm², con 6% de PET tuvo

341.63 Kg/cm², con 8% de PET tuvo 315.07 kg/cm² y con 10% de PET tuvo 303.36 kg/cm², con respecto al ensayo de flexión a los 28 días de curado con 0% de PET tuvo 81.63 kg/cm², con 4% de PET tuvo 85.4 kg/cm², con 6% de PET tuvo 94.90 kg/cm², con 8% de PET tuvo 81.27 kg/cm² y 10% de PET tuvo 80.48 kg/cm², con respecto al ensayo a abrasión el porcentaje de 10% de reemplazo por el PET posee un 0.56% de desgaste. Como conclusión indicó a mayor porcentaje de PET la resistencia aumento, pero hasta el 6% de adición de PET luego empieza a perder esa resistencia, así mismo en el caso del ensayo de desgaste mayor porcentaje de PET el desgaste es mayor.

Esta investigación aporta las cantidades de adoquines como parte de muestra, considerando el muestreo a conveniencia en nuestro capítulo de metodología, así como también la resistencia y el desgaste en la discusión.

Meza y Navarro (2023) en su investigación estudió como el diseño con polipropileno o polietileno tereftalato adicionando piedra variable influye en la elaboración de adoquines de tipo I. El tipo de investigación fue aplicada y su diseño de investigación fue experimental. Se elaboraron 50 adoquines donde se estructuró, 3 adoquines con 50% de plástico reciclado fundido, 3 adoquines con 60% de plástico reciclado fundido, 3 adoquines con 70% de plástico reciclado fundido, 3 adoquines con 80% de plástico reciclado fundido, 3 adoquines 90% plástico reciclado fundido, 5 adoquines con 100% plástico reciclado fundido, teniendo en cuenta que la piedra chancada se adicionó en dimensiones $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ ". Se obtuvo como resultado en la resistencia a compresión con plástico 50% y piedras de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ ", se tuvieron valores de 213.75 kg/cm², 211.57 kg/cm², 220 kg/cm² respectivamente, con plástico 60% y piedras de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ ", se tuvieron los valores de 218.72 kg/cm², 220.06 kg/cm²,

219.60 kg/cm² respectivamente, con plástico 70% y piedra de ¾”, ½”, 3/8”, se tuvieron los valores de 223.40 kg/cm², 227.50 kg/cm², 220.48 kg/cm² respectivamente, con plástico 80% y piedra de ¾”, ½”, 3/8”, se tuvieron los valores de 246.80 kg/cm², 253.90 kg/cm², 246.16 kg/cm² respectivamente, con plástico 90% y piedra de ¾”, ½”, 3/8”, se tuvieron los valores de 193.82 kg/cm², 190.24 kg/cm², 196.29 kg/cm² respectivamente, con plástico 100% y piedra ¾”, ½”, 3/8” se tienen valores por debajo los cuales no son adecuados para un pavimento articulado. Se concluye que el adoquín tuvo más resistencia con 80% plástico reciclado y piedra chancada de ½” al 20% teniendo una resistencia a compresión $f'c = 235.9$ kg/cm², sin embargo, este valor no cumple con los parámetros de resistencia de adoquines convencionales.

Esta investigación aporta en el tipo y tamaño de piedra a considerar en nuestro diseño, esto ayudará en el procedimiento de la investigación.

1.3 Definiciones conceptuales

Plásticos

Son flexibles y elásticos, amoldable a distintas formas, cuenta con una buena resistencia, característico por ser ligero y consistente, estas características permiten un material importante en usos dentro de la sociedad (Quevedo, 2013)

Existen diferentes tipos de plásticos:

Tereftalato de polietileno -PET

Tiene una alta transparencia, es uno de los plásticos más importantes utilizados diariamente. El polímero tiene muchas aplicaciones

comerciales que van desde los envases, los tejidos, las películas, la electrónica y muchas más en la lista. (Cáceres, 2020)

Polietileno de alta densidad – PEAD o HDPE

Es un termoplástico conocido por su durabilidad y versatilidad. Se encuentra en una amplia variedad de aplicaciones industriales y comerciales, y su naturaleza reciclable lo convierte en una opción preferida en la fabricación moderna. (Cáceres, 2020)

Polietileno de baja densidad – LDPE

Es un polímero termoplástico de la familia de los olefínicos, formado por múltiples unidades de etileno, el polietileno de baja densidad está formado por estructuras muy ramificadas, que le confieren una menor densidad. (Cáceres, 2020)

Policloruro de vinilo o PVC

Un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloro etileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrógeno y carbono. (Cáceres, 2020)

Polipropileno - PP

Es un polímero termoplástico gracias a la polimerización del propileno, es resistente y fácil de moldear. Se utiliza en pajitas, fiambreras, fibras de tejidos y lonas. (Cáceres, 2020)

Plástico reciclado

Se emplea en muchas industrias para fabricar nuevos productos. Una de las aplicaciones principales es la madera plástica. Por ejemplo, tiene una gran resistencia a los agentes externos (Cáceres, 2020)

Adoquín

Piezas prefabricadas de hormigón en masa, normalmente bicapa, que pueden tener multitud de tamaños y formatos. La definición de adoquín según la Norma Europea de producto, indica que cualquier sección transversal a una distancia de 50 mm de cualquiera de los bordes del adoquín (Norma Europea, 2015)

Propiedades mecánicas del adoquín

Resistencia a compresión

Según Chacón et al (2012), indican que el método de la resistencia a la compresión trata de la aplicación de una fuerza hacia la muestra del adoquín hasta llegar a producir la rotura, recomiendan que las muestras deben estar en una posición adecuada, debido a que la fuerza aplicada representa la carga que el adoquín resiste.

Resistencia al desgaste

Según Norma INEN – 3040 (2016), norma ecuatoriana que consiste en la resistencia al desgaste por abrasión, es que la longitud de la cuerda de la huella creada por la rueda ancha de 25mm.

Fabricación de adoquín

Se rellenan las cavidades con hormigón, se deja que la mezcla de hormigón endurezca parcialmente, y se desmontan los moldes para volver a utilizarlos con el fin de obtener un proceso de producción continuo.

Dosificación

Este proceso empieza con la adquisición de las materias primas que se utilizarán para elaborar el adoquín, una vez obtenido los materiales se deberá verificar su estado, cantidades adquiridas, tamaños y cualquier particularidad que pudiera alterar las características del producto final, (Ponce, 2020).

Mezclado

Con la dosificación de cada material se utilizarán en la mezcladora, en función de las condiciones de la planta productora este proceso de mezclado podría realizarse también de forma manual, con la posterior inclusión de agua, se obtendrá una pasta uniforme con el nivel de humedad deseado. La mezcla varía su tamaño y forma en función del tipo de adoquín que se desea, la mezcla de hormigón es prensada, luego

se verifica que el adoquín cumpla con las características antes establecidas. (Ponce, 2020)

Fraguado

El fraguado consiste en colocar a los adoquines en un área donde estos se endurecerán, el lugar debe estar cubierta de las inclemencias del clima, para evitar alguna deficiencia en el proceso. (Ponce, 2020)

Curado

En vista de que uno de los componentes es el cemento, necesita mantenerse en estado húmedo por un periodo de 7 días, a fin de que desarrolle adecuadamente toda su resistencia. (Ponce, 2020)

Secado

Una vez pasado el tiempo de curado, los adoquines deberán ser trasladados a la zona de disposición final donde se secarán por completo, este proceso se dará en un tiempo de 28 días. (Ponce, 2020)

1.4 Formulación del problema

¿Cuál es el resultado del análisis de las propiedades mecánicas del adoquín con plástico reciclado y adoquín convencional en Trujillo, 2022?

1.5 Objetivos

Objetivo general

Analizar las propiedades mecánicas del adoquín con plástico reciclado y adoquín convencional en Trujillo, 2022

Objetivos específicos

OE1: Determinar el diseño de mezcla para un adoquín concreto $f'c=280$ kg/cm².

OE2: Determinar el porcentaje 5.5 %, 10.5%, 15.5%, 20.5% adecuado de plástico reciclado en un concreto $f'c=280$ kg/cm²

OE3: Comparar las propiedades mecánicas de un adoquín convencional de $f'c=280$ kg/cm² y un adoquín con plástico reciclado

1.6 Hipótesis:

El plástico reciclado mejorará las propiedades mecánicas del adoquín a comparación de un adoquín convencional en Trujillo, 2022

CAPITULO II: METODOLOGIA

2.1 Tipo de investigación

Por el propósito

Aplicada, porque se encarga de resolver problemas, basado en descubrimientos, hallazgos, soluciones que se plantea en el objeto de estudio (Mohamed et all, 2023). El investigador lo que busca es solucionar el problema para mejorar la resistencia del adoquín con un porcentaje de plástico reciclado teniendo en cuenta la realidad, mediante criterios o parámetros técnicos aplicativos para tener un mejor resultado.

2.2 Diseño de investigación

La presente investigación es de diseño experimental, Según Hernandez, et al., (2007) toma en cuenta la variable independiente como la causa en la relación dada entre variables, la variable dependiente es el efecto que provoca la variable independiente. Entonces un experimento se lleva a cabo para analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y porqué lo hacen.

2.3 Clasificación de variables

Tabla 1

Clasificación de Variables

VARIABLES	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Plástico reciclado	Independiente	Cuantitativa	Intervalo	dosificación	Directa

adoquín Dependiente Cuantitativa Intervalo Propiedades Directa

Nota. En esta figura se muestra la clasificación de variables acorde a la relación, naturaleza, escala de medición, dimensión y forma de medición.

2.4 Población, muestra y muestreo

Población

La población está constituida por los adoquines $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Trujillo. Una población es conjunto infinito o finito de sujetos con características similares o comunes entre sí, (Arias, 2012)

Muestra

La muestra está constituida por 45 adoquines de 20 cm x 10 cm 6 cm los cuales se realizó con porcentajes de adición de 0%, 5.5%, 10.5%, 15.5% y 20.5% plástico reciclado. La muestra es un subconjunto que determina el número específico de participantes que será necesario incluir a fin de lograr los objetivos planteados desde un principio, debe ser representativo (García, 2013)

Tabla 2

Tamaño de muestra

Plástico reciclado	Resistencia		Desgaste
	a compresión		
	14 días	28 días	
0%	3	3	3
5.5%	3	3	3

10.5%	3	3	3
15.5%	3	3	3
20.5%	3	3	3
Total, de adoquines:	15	15	15

Nota: En la tabla se presenta la cantidad de muestra realizadas en la investigación

Muestreo

El muestreo es no probabilístico a conveniencia. El muestreo no probabilístico involucra la selección de las unidades que serán observadas de acuerdo al criterio escogido por el investigador (Ponce y Pasco, 2015).

2.5 Operacionalización de Variables

Tabla 3

Matriz de operacionalización de variables

Variablen	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	ESCALA DE MEDICION
VI: plástico reciclado	Se emplea en muchas industrias para fabricar nuevos productos. Una de las aplicaciones principales es la madera plástica. Su principal uso es la creación de mobiliario urbano, debido a las ventajas que presenta sobre otros materiales. (Valbuena, 2021)	Se agregó el plástico reciclado en porcentajes de 5.5%, 10.5%, 15.5% y 20.5% en el adoquín	Dosificación	5.5%plástico reciclado 10.5%plástico reciclado 15.5%plástico reciclado 20.5%plástico reciclado	Guía de observación	Intervalo
VD: Adoquín	Según Cementos y Pacasmayo (2015), son elementos prefabricados macizos, elaborados con una mezcla de arena, piedra y cemento a través de un proceso industrial de vibración en moldes, utilizan como rodadura en todo tipo de pavimentos.	Realizó las características de los agregados, ensayos de granulometría, contenido de humedad, peso unitario, pesos específicos, absorción para luego elaborar el diseño de mezcla, luego adicionar plástico reciclado y mediante los adoquines el desgaste y la resistencia con una rotura a los 14 y 28 días	Propiedades físicas Propiedades Mecánicas	Granulometría Contenido de humedad Peso unitario Peso específico Absorción Resistencia a compresión Desgaste mediante rueda ancha	Guía de observación	Intervalo

2.6 Técnicas e instrumentos de recolección

Técnicas de recolección de datos

La técnica que se utilizó fue la Observación, se tomó registro datos en el laboratorio sobre las características mecánicas obtenidas del adoquín convencional $f'c=280$ kg/cm² y adoquín adicionado con plástico reciclado, considerando la normativa técnica peruana para los criterios de evaluación y análisis. Según Mohamed et al (2023) es método utilizado en investigación científica, consiste en el registro sistemático y detallado de comportamiento, eventos, procesos o fenómenos en un ambiente natural o controlado el desarrollo de conocimiento, mediante el contacto directo del sujeto y el objeto a través de los sentidos.

Instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación como instrumento se consideró la guía de observación, es una ficha de registro el cual nos permitió recolectar los datos de los procesos mecánicos considerados a los adoquines. Según Tamayo (2004) define como un formato para recoger y registrar datos de investigaciones, para ofrecer una revisión correcta de los acontecimientos, une los datos según lo requerido, ayudándonos a describir todo lo observado, ya que este instrumento de recolección de datos es el que mejor se ajusta a nuestra investigación.

2.7 Procedimiento

Todos los procedimientos que se realizaron en esta investigación fueron de acuerdo a normas estandarizadas, El diseño de mezclas que se realizó para un adoquín con un concreto $f'c=280$ kg/cm² en base a la norma ACI 211, resistencia

de compresión bajo la norma ASTM C39 a los 14 y 28 días con porcentaje de plástico reciclado con 0%, 5.5%, 10.5%, 15.5% y 20.5%, ensayo de desgaste abrasivo mediante la rueda ancha NTE INEN 3040, donde se realizó los pasos y /o protocolos establecidos, con la finalidad de adquirir resultados se efectuarán los siguientes procedimientos:

Se realizó las características de los agregados gruesos y finos como se detalla a continuación:

Ensayos de laboratorio

Análisis granulométrico para el conglomerado fino (NTP 400.012)

El objetivo es calcular los diferentes porcentajes de tamaños que están constituidos el material del suelo a investigar. Consiste en pasar la muestra por distintos tamices, después pesar lo retenido en cada tamiz y calcular el porcentaje con relación al peso seco. Para encontrar dicho porcentaje, se utilizó la fórmula:

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\%Pasa = 1 - \%Retenido$$

Análisis granulométrico para el agregado grueso (NTP 400.012)

El fin es calcular los distintos porcentajes de tamaños están constituidos el material del suelo procedente a investigar. Consiste en tamizar el material por distintas mallas, luego pesar lo retenido en cada tamiz y calcular los porcentajes que tienen relación con el peso seco. Se utilizó la fórmula:

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\%Pasa = 1 - \%Retenido$$

Ensayo de contenido de humedad (NTP 339.185)

El fin es disponer la humedad evaporable de los conglomerados en estudio mediante el secado. Se logra llevando el espécimen al horno, luego ya seco se obtendrá la variación con respecto a su peso seco. El valor se expresa en porcentaje:

$$P\% = \frac{(W - D)}{D} \times 100$$

Donde:

- ✓ P% = contenido total
- ✓ W = masa de muestra húmeda
- ✓ D = masa de muestra seca

Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

Tuvo por fin determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso. Se realizó la muestra donde se descarta lo que pasa por el tamiz N° 4, se lava la muestra, se seca, se realiza la determinación peso en agua, coloca en cesta de alambre, retira el agua visible de la muestra y se sumerge en agua por 24 horas.

Peso específico de la masa

$$P_{em} = \frac{A}{B - C}$$

Peso específico de la masa saturado con superficie seca

$$P_{eSSS} = \frac{B}{B - C}$$

Peso específico aparente

$$Pea = \frac{A}{A - C}$$

Absorción

$$Ab = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca en el aire en gramos

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire en gramos.

C=Peso en el agua de la muestra saturada

Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022)

Tuvo como objetivo encontrar la densidad promedio de partículas, la densidad relativa y la absorción del agregado fino. Se realizó la selección del espécimen, se secó la muestra, se deja enfriar para luego cubrirlo con muestra con agua, se colocó la muestra en orden cónico, se apisona con 25 golpes, se retira del frasco y se seca en el horno.

Diseño de mezcla

Luego de las características de los materiales, corresponde a la determinación del diseño de mezclas el cual se realizó mediante el método ACI, Según Ríos (2022) refiérelolo como el proceso donde se realiza la selección de componentes adecuados a utilizar, así como la estructuración precisa de sus dosificaciones, en orden a conseguir los objetivos delineados

por el proyecto, tales como trabajabilidad, resistencia, durabilidad y aplicación. El método ACI 211 permitió determinar la resistencia del concreto requerido mediante la relación agua-cemento, se estableció el revenimiento y el tamaño máximo nominal del agregado para finalmente con los datos obtenidos del peso unitario y peso específico, gracias a ello se determinó los volúmenes y pesos de los agregados diseñando para un metro cúbico de concreto.

Elaboración de Adoquines

Se inició con la elaboración de los adoquines patrón de 200 x 100 x 60 mm de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ colocándolo en un molde de dichas dimensiones y luego con los adoquines adicionados con plástico reciclado en porcentajes de 5.5 %, 10.5 %, 15.5 %, 20.5% cabe mencionar que la adición se colocó cortadas en dimensiones de 2 a 3 cm en la mezcla para compactar se utilizó una prensa sobre la mezcla.

Luego de la elaboración de adoquines, se realizó el curado de ellos mediante agua para lograr su máxima resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Se realizó la resistencia a compresión a los 14 días y 28 días del adoquín patrón y con las adiciones de plástico reciclado, así como también el ensayo al desgaste, como se detalla a continuación:

Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C-39)

El método de ensayo normalizado de resistencia a la compresión fue elaborado mediante la dirección ASTM C-39, para esto, se aplicó una carga

axial al adoquín hasta que estos fallen, siendo estudiados a diferentes días de rotura.

Los equipos empleados fueron una prensa hidráulica digital, almohadillas de neopreno, platos de retención y un vernier; asimismo, los especímenes a ensayar fueron los adoquines convencionales y los adoquines adicionados plástico reciclado.

La prueba se realizó primeramente extrayendo los ejemplares del pozo de curado, se los limpió ligeramente el exceso de agua con un paño húmedo e inmediatamente se los dispuso para ser ensayados en la prensa previa medición con el vernier de las dimensiones y alturas de los adoquines. Para los especímenes de concretos ensayados a los 14 y 28 días.

Ensayo de desgaste mediante rueda ancha NTE INEN 3040

Según Norma INEN – 3040 (2016), norma ecuatoriana que consiste en la resistencia al desgaste por abrasión, es la longitud de la cuerda de la huella creada por la rueda ancha de 25mm.

Validación del instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos fue validado por el Ing. German Sagastegui Vasquez, quien revisó las fichas de datos que cuente con los requisitos necesarios para que los valores expresen de manera clara y precisa lo que representa.

2.8 Análisis de Datos

Para el análisis estadístico de la presente investigación se utilizó el método de inferencia estadística, gráficos, tablas, registros anecdóticos, para detallar como está resuelto los procesos y validación de los procesos cumpliendo de acuerdo a lo programado, estas evidencias se utilizó fichas y registros de los ensayos realizados en el laboratorio, el asesor calificó y revisó los procesos elaborados dando resultados óptimos para la investigación.

2.9 Aspectos éticos.

La investigación redactada, antecedentes mostrados, fuentes consultadas y todos los datos y registros recaudados se realizaron bajo la condición y método científico y la pertinente redacción a la veracidad, alcances en que se fundamenta el estudio. Toda la información expresada en la investigación se puede verificar a través de la consulta de referencias bibliográficas. Por todo lo especificado, toda la información es real con sustento de referencias y respeto a los autores.

CAPITULO III: RESULTADOS

Respondiendo el objetivo específico 1, determinar el diseño de mezcla para un adoquín concreto $f'c=280$ kg/cm². Primero se realizó la caracterización del agregado fino y grueso de acuerdo a las normas técnicas peruanas de cada ensayo, como se muestra a continuación:

Tabla 4

Resultados de las características físicas del agregado fino

Ensayo	Norma	Resultado	Parámetros
Granulometría (MF)	NTP. 400.012 / ASTM C136	2.78	2.3 - 3.1
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	1.6	-
P.U.S.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1731	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1806	1600 - 1900
Peso específico (kg/m ³)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2661	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2.7	0.2 - 5.0

Nota. En la tabla se observa los resultados de la caracterización del agregado fino que fueron realizados según norma técnica peruana, así mismo se observa que todos los resultados de caracterización se encuentran dentro de los parámetros.

Tabla 5

Resultados de las características físicas del agregado grueso

Ensayo	Norma	Resultado	Parámetros
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	NTP 400.012 / ASTM C136	1"	-
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	2.0	-
P.U.S.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1585	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1786	1600 - 1900
Peso específico (kg/m ³)	NTP. 400.022 / ASTM C127	2723	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C127	3.5	0.2 - 5.0

Nota. En la tabla se observa los resultados de la caracterización del agregado grueso que fueron realizados según norma técnica peruana obteniendo 1” como tamaño máximo nominal, así mismo se observa que todos los resultados de caracterización se encuentran dentro de los parámetros.

Luego de la caracterización se realizó el diseño de mezclas respondiendo a nuestro objetivo 1, como se muestra en la tabla:

Tabla 6

Diseño de mezcla

Cemento MS	Unidad	Cantidad	%	Proporción	Volumen m³
				en peso	
Cemento Tipo I	Kg/m ³	439.90	18	1.0	0.1
Agua	l/m ³	228.40	9	0.5	0.2
Agregado fino	Kg/m ³	610.90	25	1.4	0.2
Agregado grueso	Kg/m ³	1133.30	47	2.6	0.4
Total		2412.5	Kg/m³		

Nota: contamos con los valores del diseño de mezcla

$$\text{Peso Esp. Agua} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$R_{a/c} = 0.52$$

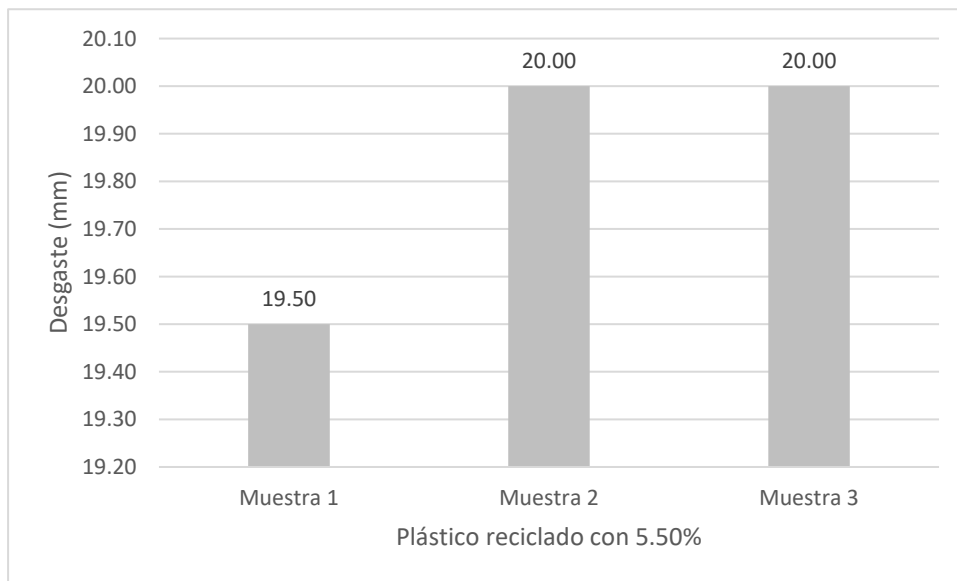
Respondiendo el objetivo específico 2, determinar el porcentaje 5.5 %, 10.5%, 15.5%, 20.5% adecuado de plástico reciclado en un concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Con respecto a este objetivo se realizó el ensayo de desgaste rueda ancha NTE INEN 3040 y ensayo resistencia a la compresión a 14 días y 28 días ASTM C-39, teniendo el porcentaje mas adecuado para el caso del desgaste con adición

de 5.5% de plástico reciclado y para la resistencia a compresión a los 14 y 28 días con la adición de 10.5% de plástico reciclado.

Figura 1

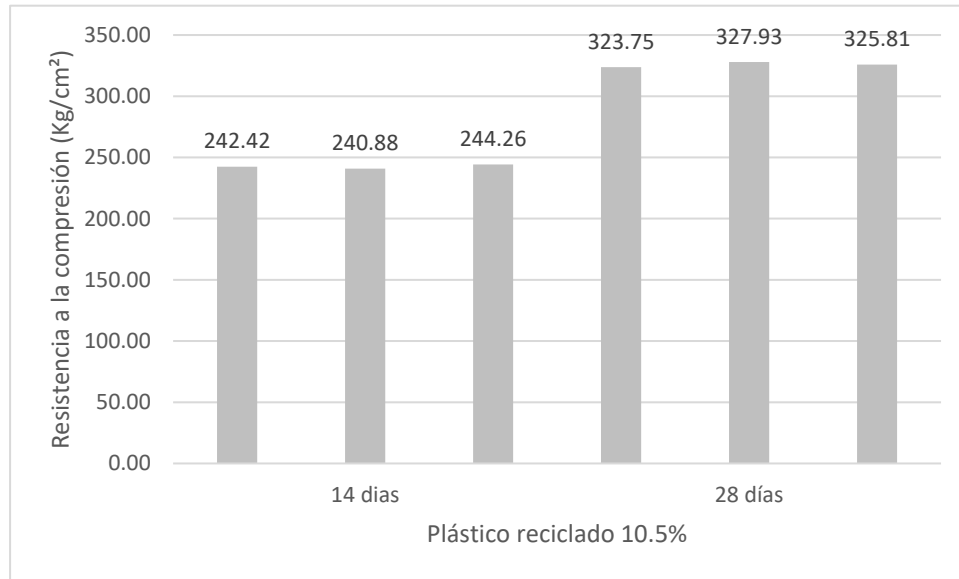
Porcentaje adecuado del ensayo de desgaste abrasivo del adoquín de concreto + 5.5% de plástico reciclado



Nota: La figura se observa los valores menores de desgaste al adoquín teniendo un valor promedio de 19.83 mm

Figura 2

Porcentaje adecuado del ensayo de la resistencia a compresión del adoquín de concreto + 10.5% de plástico reciclado



Nota: La figura se observa los valores mayores de la resistencia a compresión con adición de 10.5% de plástico reciclado con un promedio de 242.52 kg/cm² a los 14 días y 325.83 kg/cm² a los 28 días.

Respondiendo al objetivo específico 3, comparar las propiedades mecánicas de un adoquín convencional de $f'_c=280$ kg/cm² y un adoquín con plástico reciclado

Tabla 7

Resultados a la resistencia a la compresión del adoquín con y sin plástico reciclado a los 28 días

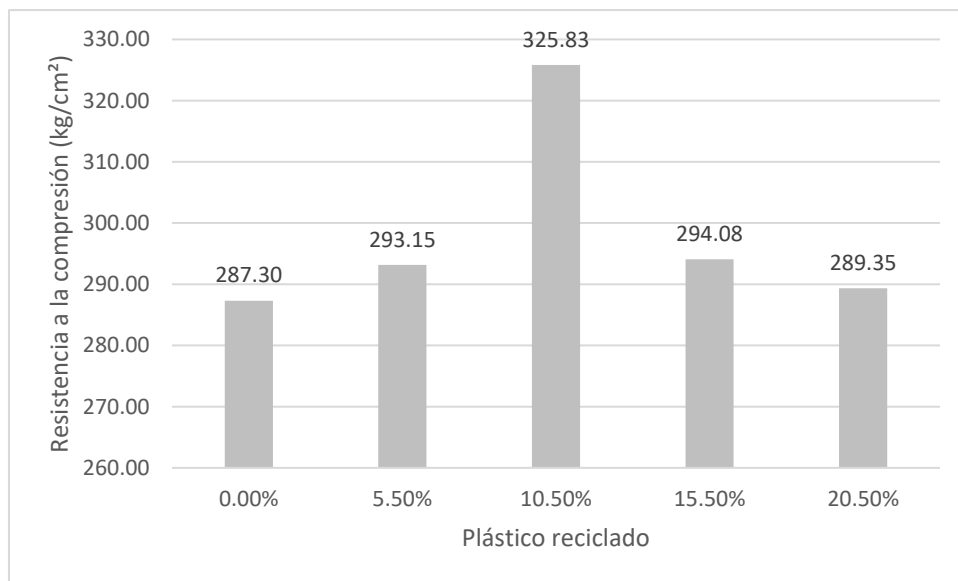
Porcentaje plástico reciclado (%)	Probetas		Resistencia a compresión promedio (Kg/cm ²)
	cantidad	Máxima carga (N)	28 días
0 %	3	59682	287.30
5.5 %	3	60358	293.15
10.5 %	3	65684	325.83
15.5 %	3	59869	294.08
20.5 %	3	59846	289.35

Nota: en la tabla se observa los resultados del concreto de adoquín y adicionado el plástico reciclado en la resistencia a compresión a los 28 días, donde hasta el

10.5% de adición cuenta con un aumento, luego de ello empieza a bajar su resistencia.

Figura 3

Resultados del ensayo resistencia a la compresión sin y con plástico reciclado a los 28 días



Nota: En la figura se observa el aumento de la resistencia a la compresión hasta con una adición de 10.50% plástico reciclado logrando hasta un 325.83 Kg/cm², al seguir aumentando empieza a bajar esa resistencia realizados a los 28 días

Tabla 8

Resultados al desgaste abrasivo mediante rueda ancha del adoquín con y sin plástico reciclado

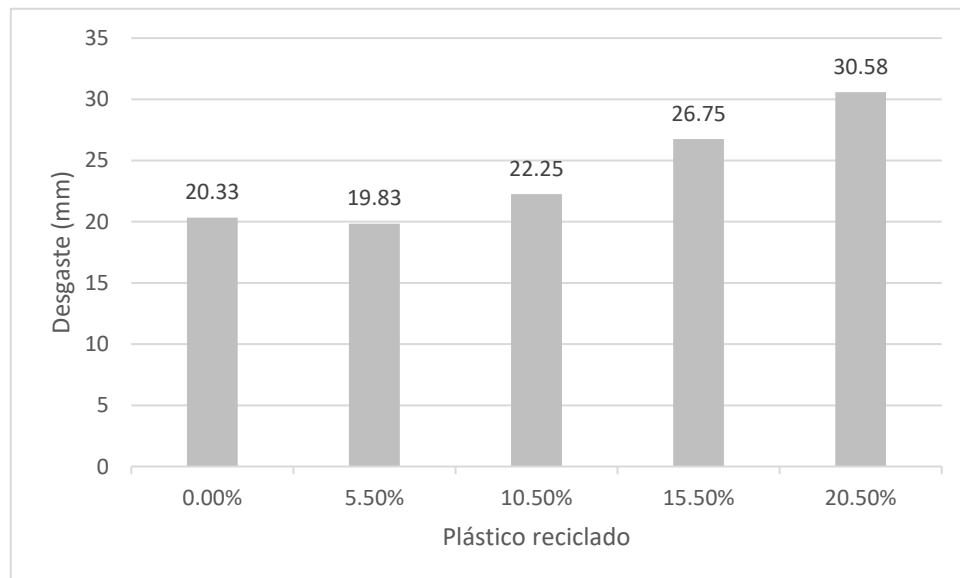
Porcentaje plástico reciclado (%)	Muestra cantidad	Muestra Calibración (mm)	Desgaste promedio (mm)
0.0 %	3	20	20.33
5.5 %	3	20	19.83

10.5 %	3	20	22.25
15.5 %	3	20	26.75
20.5 %	3	20	30.58

Nota: en la tabla se observa los resultados del concreto de adoquín y adicionado el plástico reciclado en el desgaste mediante la rueda, donde a mayor porcentaje de plástico reciclado va aumentando el desgaste

Figura 4

Resultados del ensayo de desgaste con rueda ancha sin y con plástico reciclado

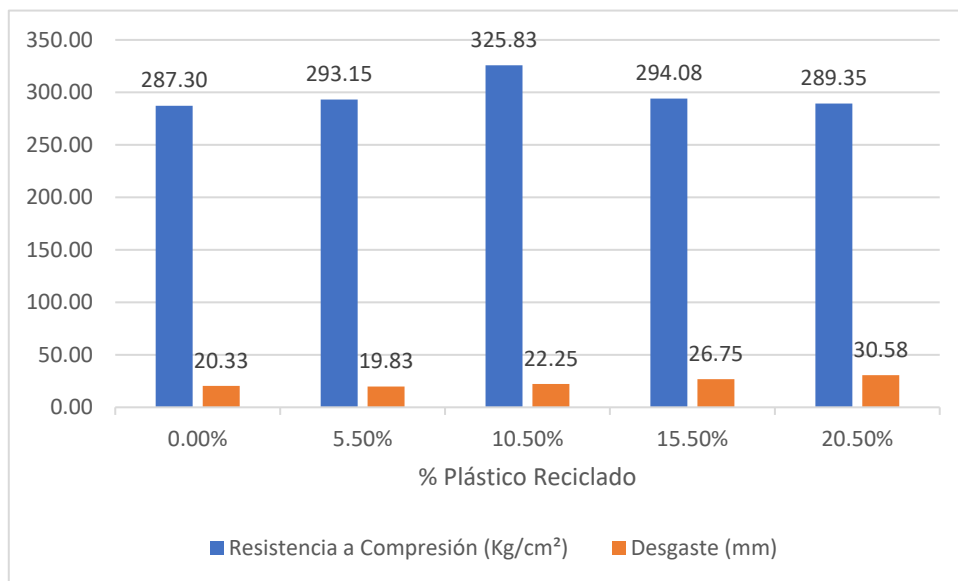


Nota. La figura se observa un aumento de desgaste a medida que se va adicionando el plástico reciclado hasta un 10.25mm más con respecto al desgaste patrón esto representa un 50.41% de desgaste con adición de 20.5% de plástico reciclado.

Respondiendo al objetivo general, analizar las propiedades mecánicas del adoquín con plástico reciclado y adoquín convencional en Trujillo, 2022

Figura 5

Resultados de la resistencia a compresión y desgaste de los adoquines con porcentajes de plástico reciclado



Nota. La figura se observa los datos de resistencia a compresión y desgaste obtenidos experimentalmente en el laboratorio.

En la figura 5, se obtiene los registros experimentales de la resistencia a la compresión y de desgaste de los adoquines $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones 5.5 %, 10.5 %, 10.5 %, 20.5 % de plástico reciclado, con dichos datos se analizó las propiedades mecánicas del adoquín con plástico reciclado y adoquín convencional. Dicho análisis se observa que hasta un 10.5 % de plástico reciclado aumenta la resistencia a compresión posterior a dicho

porcentaje empieza a disminuir esa resistencia, con respecto al desgaste cuanto más se adiciona el plástico reciclado el desgaste es mayor.

Análisis estadístico ANOVA de los resultados

Tabla 9

Análisis de varianza resistencia compresión del concreto patrón y experimentales del adoquín a los 14 días

Origen de las variaciones	Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre los Grupos	34.8904667	4	8.72261667	5.21635603	0.001563577	3.47804969
Dentro de los grupos	16.7216667	10	1.6719533			
Total	51.6121333	14				

Nota. En la tabla se muestra que el valor de P es menor que 0.05 nuestro nivel de significancia, además que el valor Fcalculado es mayor al valor de Fcrítico, por lo tanto, existe diferencias significativas entre las resistencias a compresión del adoquín y las experimentales a los 14 días.

Tabla 10

Análisis de varianza resistencia compresión del concreto patrón y experimentales del adoquín a los 28 días

Origen de las variaciones	Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F

Entre los Grupos	383.829507	4	95.957377	522.54889	1.4626E-11	3.47804969
Dentro de los grupos	1.83633333	10	0.18363333			
Total	385.66584	14				

Nota. En la tabla se muestra que el valor de P es menor que 0.05 nuestro nivel de significancia, además que el valor $F_{calculado}$ es mayor al valor de $F_{crítico}$, por lo tanto, existe diferencias significativas entre las resistencias a compresión del adoquín y las experimentales a los 28 días.

Tabla 11

Análisis de varianza de desgaste del adoquín

Origen de las variaciones	Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre los Grupos	254.275	4	63.56875	635.6875	5.5168E-12	3.47804969
Dentro de los grupos	1	10	0.1			
Total	255.275	14				

Nota. En la tabla se muestra que el valor de P es menor que 0.05 nuestro nivel de significancia, además que el valor $F_{calculado}$ es mayor al valor de $F_{crítico}$, por lo tanto, existe diferencias significativas entre en el desgaste y las experimentales en el adoquín

CAPITULO IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES

DISCUSION

Arias y Vargas (2023) con la adición de polipropileno obtuvo como resultados una mejora en la resistencia promedio 11.0826 Mpa superando a la normativa NTC 2017 que es 5.0 Mpa, igual manera en el caso de Patiño (2022) con la adición de plástico PET donde logra una resistencia de 400 kg/cm² superando también las expectativas del concreto inicial, por ello en nuestra investigación concuerda donde se observó a los 28 días adicionando plástico reciclado aumenta la resistencia a la compresión, por encima del concreto patrón de $f'_c=280$ kg/cm².

Valbuena (2021) en su investigación compara adoquines adicionados con plásticos, polímeros, asfalto, donde tiene como resultados que la adición de plásticos y con cemento es el más adecuado cumpliendo su resistencia de 33.36 Mpa esto indica su resultados mayor a los 300 kg/cm², esto concuerda con los resultados en la investigación de Aguilar (2023) en su investigación donde usó plástico con 0 %, 4 %, 6 % 8 % y 10 % de PET tuvo una resistencia a compresión de 330.66 kg/cm², 333.15 kg/cm², 341.63 kg/cm², 315.07 kg/cm² y 303.36 kg/cm² respectivamente, observando con el 6% es el porcentaje de mayor resistencia promedio, por lo tanto en la investigación concuerda los resultados similares con las adiciones de 5.5 %, 10.5 %, 15.5 % y 20.5 % de plástico reciclado donde se tuvo un valor promedio de 293.15 kg/cm², 325.83 kg/cm², 294.08 kg/cm², 289.35 kg/cm² respectivamente, podemos observar con la adición de 10.5% de adición de plástico reciclado supera los 300 kg/cm², el plástico utilizado en nuestra investigación es de 2 a 3 cm.

En la investigación de Aguilar (2023) adicionó porcentaje de 4%, 6%, 8% y 10% de plástico reciclado donde con 6% tuvo la mayor resistencia y luego empezó a bajar sus resultados, esto concuerda con nuestra investigación donde se adicionó 5.5%, 10.5%, 15.5% y 20.5% de plástico reciclado, teniendo los mejores resultados de resistencia con 10.5%, luego de ello empezó a tener menores resistencias.

Para el desgaste Arias y Vargas (2023) indica que en su investigación al someterlos a los ensayos de desgaste toma en cuenta la diferencia entre medidas y el factor de calibración, obteniendo como resultado un valor de 0,4mm, la norma NTC 5147 establece un valor máximo de 1mm, en nuestra investigación se tuvo resultados similares donde se realizó con adoquines de espesor de 6 cm donde el ensayo de desgaste mostró que a mayor adición de plástico reciclado se obtiene mayores desgastes.

Implicancias

Con respecto al ensayo de desgaste de rueda ancha tuvimos que considerar la NTE INEN 3040 ya que no se encontró en la normativa peruana.

En el caso de las discusiones para el ensayo de desgaste nos implicó buscar las investigaciones internacionales porque investigaciones nacionales no se encontró.

Los ensayos elaborados en el laboratorio implicaron comprobar el procedimiento con normativas internacionales.

Para los resultados de los ensayos solicité los certificados de calibración de cada equipo para poder tener la confiabilidad de mis datos.

Limitaciones

En cuanto a las limitaciones ha sido difícil encontrar investigaciones internacionales actualizadas

Existen investigaciones que tienen costo y no se podía acceder para documentar en nuestra investigación.

La normativa de desgaste NTE INEN 3040 tenían costo para descargar y ser utilizarla en mi investigación

Conclusiones

Se analizó las propiedades mecánicas del adoquín obteniendo a mayor porcentaje de plástico reciclado la resistencia disminuye, siendo el 10.5 % el porcentaje mas adecuado, para el ensayo de desgaste a mayor porcentaje de plástico reciclado el desgaste aumenta, siendo el 5.5% el porcentaje más similar al desgaste del adoquín patrón.

Se determinó las características de los materiales tanto para el material granular y fino donde se encuentran dentro de los husos granulométricos, para el agregado granular tuvo un peso específico de 2.72 gr/m³, para el agregado fino tuvo 2.66 gr/m³, en el caso del ensayo de absorción para el agregado granular tuvo 3.5% y para el material fino tuvo 2.7%, en el caso del contenido de humedad para el agregado granular tuvo 2.0% y para el agregado fino tuvo 1.6%.

Se determinó la dosificación para la elaboración del adoquín $f'c = 280$ kg/cm², en proporción de Cemento tipo I: 1.0, agregado fino: 1.4, agregado grueso: 2,6

Se determinó la resistencia a compresión a los 14 y 28 días con dosificaciones de plástico reciclado de 5.5%, 10.5%, 15.5% y 20.5%, el adoquín patrón a los 14 días

tuvo un promedio de 234.82 kg/cm², con 5.5%, 10.5%, 15.5%, 20.5% de plástico reciclado tuvieron los resultados promedios de 233.76 kg/cm², 242.52 kg/cm², 230.33 kg/cm², 235.24 kg/cm² respectivamente, el adoquín patrón a los 28 días tuvo un promedio de 287.30 kg/cm², con 5.5%, 10.5%, 15.5%, 20.5% de plástico reciclado tuvieron los resultados promedios de 293.15 kg/cm², 325.83 kg/cm², 294.08 kg/cm², 289.35 kg/cm² respectivamente, con respecto al ensayo de desgaste abrasivo mediante rueda ancha se obtuvo en el adoquín patrón un desgaste promedio de 20.33mm, con las adiciones de 5.5%, 10.5%, 15.5% y 20.5% de plástico reciclado se obtuvieron los resultados de desgaste promedio 19.83mm, 22.25mm, 26.75mm y 30.58mm respectivamente.

Recomendaciones

Se recomienda agregar otros agregados reciclables buscando alternativas en la resistencia y desgaste.

Considerar un agregado reciclado como reemplazo del material granular o fino en una dosificación en adoquines.

Se recomienda considerar otros tamaños de agregados granulares en la proporción de adoquines como adoquines porosos.

REFERENCIAS

Agencia de Protección del Medio Ambiente (2022) *Noticias Ecotourism World, Estados Unidos.*

<https://ecotourism-world.com/es/la-realidad-del-reciclaje-de-plasticos/>

Aguilar, E. (2023) *Influencia del plástico reciclado PET en las características físico mecánicas de adoquines de concreto para el uso de espacios públicos.* [Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán].

Repositorio de la USS.

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11102/Aguilar%20Aguilar%20Elder.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación (Vol. 7ma edición). Caracas: Editorial Episteme, C.A., 50, 1-147*

Arias, K. y Vargas, L. (2023) *Caracterización de adoquines elaborados a partir de plástico reciclado.* [Tesis de Pregrado, Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales]. Repositorio Institucional ECCI.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3471/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BBC mundo (2017) *News: Hay tantos residuos de plasticos en el mundo que podrían cubrir un país como Argentina: la advertencia de un grupo científicos sobre la contaminación que acecha a nuestro planeta.*

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-40664725>

Cáceres, P. (2020) *¿Cuántos tipos de plástico hay?*

<https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/economia-circular/cuantos-tipos-de-plastico-hay-aprende-a-distinguirlos/>

Cementos Pacasmayo. (2015). *Adoquines*. Obtenido de
<http://www.cementospacasmayo.com.pe/nosotros/historia/>

Cable News Network [CNN] (2023) *El mundo genera más residuos de plástico de un solo uso que unca, Brisbane, Australia*.
<https://cnnespanol.cnn.com/2023/02/06/residuos-plastico-solo-uso-informe-record-trax/>

Chacón, J., y Lema, A. (2012). *Estudio comparativo de elementos fabricados de hormigón con material reciclado PET (Polietileno Tereftalato) y de hormigón convencional*. [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional de Ecuador]. Repositorio de la EPN.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4837/1/CD-4430.pdf>

García, J. (2013). Cálculo del tamaño de muestra en investigación en educación médica. *SciELO Analytics. Investigación en educación Médica Volumen 2, 4, 1-8* <https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-pdf-S2007505713727157>

Greenpeace Internacional (2018). *Datos sobre la producción de plásticos*. Obtenido de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S. & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. *Environmental toxicology and pharmacology. Scienci Direct, Volumen 64. 168, 164-171*. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.10.009>

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. *México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores S. A. (Volumen 6ª edición), 126, 1-632*

INTE PUCP (2023). *El plástico invade al mar peruano, amenazando un ecosistema entero.*

<https://inte.pucp.edu.pe/noticias-y-eventos/noticias/el-plastico-invade-al-mar-peruano-amenazando-un-ecosistema-entero/>

La República (2023). *Perú genera 1.2 millones de toneladas de residuos plásticos al año, Lima Perú*

<https://especial.larepublica.pe/la-republica-sostenible/2023/07/05/peru-genera-12-millones-de-toneladas-de-residuos-plasticos-al-ano-269930>

Meza y Navarro (2023). *Diseño con plástico reciclado adicionando piedra chancada variable para elaboración de adoquines de pavimento, 2022.* [Tesis de Pregado, Universidad Cesar Vallejo de Lima]. Repositorio de la UCV.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111245>

Mohamed, H, (2023) Metodología de la investigación: Guía para proyecto de tesis. *Editorial Instituto Universitario de innovación ciencia y tecnología, Primera Edición, 41, 1-85,*

<https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>

Norma Europea (2015) *Adoquines*

<https://www.prefabricadosjara.com/norma-une-en-1338-adoquines-de-hormigon/>

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-3040 (2016) *Adoquines de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo*

Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2021) *Cambio Climático y*

Medio ambiente, Noticias ONU, Estados Unidos.

<https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302>

Patiño, T. (2022). *Propiedades mecánicas de adoquines con porcentajes de plástico reciclado, Cuenca.* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador]. Repositorio de la UCACUE.

<https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12818>

Ponce, B. (2020). *Diseño de un manual de procesos para mejorar la rentabilidad en la fabricación de adoquines en la empresa*

Comunitaria Lastunas. [Universidad de Guayaquil de Ecuador]

Repositorio de la UG.

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51455/1/4.->

[PONCE%20RODRIGUEZ%20DENISSE%20BRIGGITTE..pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51455/1/4.-PONCE%20RODRIGUEZ%20DENISSE%20BRIGGITTE..pdf)

Ponce, M., y Pasco, M. (2015). Guía de investigación. *Lima:*

Pontificia Universidad Católica del Perú. (Volumen Ira edición). 43, 1-139.

https://cdn02.pucp.education/investigacion/2016/06/16192132/Guia-de-Investigacion-en-Gestion_segunda-edicion.pdf

Quevedo, S. (2013). *Proyecto de factibilidad para la producción de eco-adoquines peatonales mediante la reutilización de desechos plásticos (PET).* [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo en Ecuador]. Repositorio de la ESPOCH.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3029/1/85T00293.pdf>

Ríos, M. (2022). *Determinación de los tiempos de corte para juntas de construcción en pavimentos rígidos, Trujillo 2022*. [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la UPN.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31347>

Radio Programas del Perú [RPP] (2020) *Perú solo recicla aun el 4% de las 900 000 toneladas de plástico que desecha*.

<https://rpp.pe/peru/actualidad/peru-solo-recicla-aun-el-4-de-las-900000-toneladas-de-plastico-que-desecha-noticia-1242755>

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. *México: Limusa, (Volumen 4ta edición)*. 98, 1-332.

https://books.google.com/cu/books?id=BhymmEqkkJwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Un Diario (2023) *Trujillo aprueba el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales. Trujillo*.

<https://undiario.pe/blogs/notas-de-prensa/2023/09/18/trujillo-aprueba-el-estudio-de-caracterizacion-de-residuos-solidos-municipales>

Valbuena S. (2021) *Diseño y prototipo de adoquín de bajo tráfico vehicular tipo gramadoquin usando plástico de alta densidad reciclado tipo HDPE*. [Tesis de Pregrado, Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena de Colombia]. Repositorio de UNIPILOTO.

<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10082>

ANEXOS



Fotografía 1: Colocación de material granular para granulometría



Fotografía 2: Tamizado de material granular



Fotografía 3: Colocación de material fino para granulometría



Fotografía 4: Peso retenido del material fino en cada malla



Fotografía 5: Colocación de material al horno



Fotografía 6: Extracción de material para contenido de humedad



Fotografía 7: Ensayo de peso específico del agregado



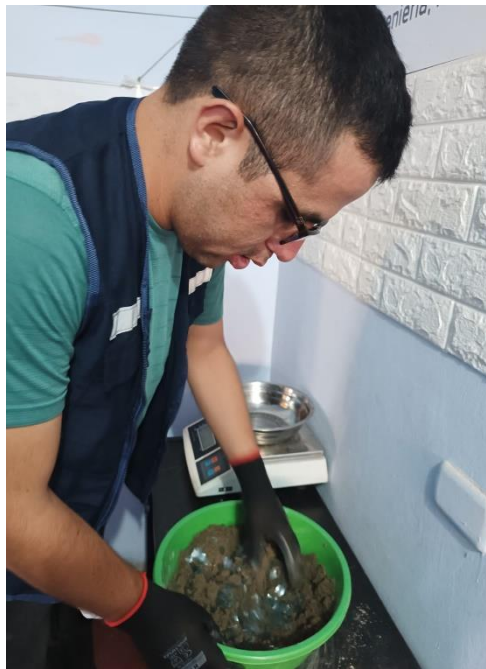
Fotografía 8: Ensayo de peso unitario material granular



Fotografía 9: Elaboración de adoquín de acuerdo a diseño



Fotografía 10: Elaboración de adoquín de acuerdo a diseño



Fotografía 11: Elaboración de adoquín adicionado plástico reciclado



Fotografía 12: Colocación de mezcla en el molde de adoquín



Fotografía 13: Adoquín con dimensiones 20 x 10 x 6 cm



Fotografía 14: Ensayo de resistencia de adoquín



Fotografía 15: Colocación de adoquín en ensayo de desgaste

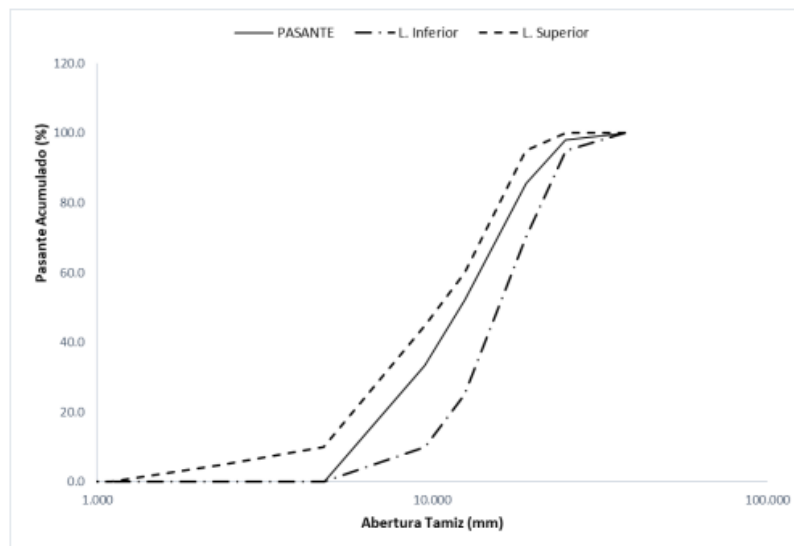


Fotografía 16: Ensayo de desgaste mediante rueda ancha

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
NTP 400.037

PROYECTO	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO
SOLICITANTE	: QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	: MILAGRO
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)		LÍMITES	
						RETENIDO	PASANTE	L. Inferior	L. Superior
1 1/2"	37.500	205.4	205.40	0.00	0.00	0.0	100.0	100	100
1"	25.000	175.05	215.05	40.00	2.00	2.0	98.0	95	100
3/4"	19.000	171.01	421.01	250.00	12.50	14.5	85.5		
1/2"	12.500	204.83	871.75	666.92	33.35	47.8	52.2	25	60
3/8"	9.500	186.32	563.76	377.44	18.87	66.7	33.3		
Nº4	4.750	189.87	855.51	665.64	33.28	100.0	0.0	0	10
Nº8	2.360	177.56	177.56	0.00	0.00	100.0	0.0	0	5
Nº16	1.100	128.21	128.21	0.00	0.00	100.0	0.0	0	0
Nº30	0.600	124.67	124.67	0.00	0.00	100.0	0.0	0	0
Nº50	0.297	123.66	123.66	0.00	0.00	100.0	0.0	0	0
Nº100	0.149	115.14	115.14	0.00	0.00	100.0	0.0	0	0
Nº200	0.075	247.01	247.01	0.00	0.00	100.0	0.0		
FONDO	Fondo	218.84	218.84	0.00	0.00	100.0	0.0		
PESO TOTAL				2000.00	100	T.M	1"		



JMV
Ing. Jorge Bermúdez Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP Nº 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO
NTP. 400.021 / ASTM C127

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADOS GRUESO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS	g	451.27	463.38	448.95
C = Peso de la muestra SSS en el agua	g	297.42	286.73	294.16
Peso de bandeja	g	86.00	86.00	86.00
Peso de bandeja + Muestra seca	g	349.62	363.07	346.51
A = Peso de la muestra secada en el horno	g	435.62	449.07	432.51
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2933.18	2623.15	2900.38
Peso específico aparente	kg/m ³	6697.70	4755.96	6619.10
Peso específico de masa	kg/m ³	2831	2542	2794
Promedio del peso específico de masa	kg/m ³	2723		
Peso específico de masa:	2723	kg/m³		


Ing. Jorge Bustos Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP- 400.021 / ASTM C127

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADOS GRUESO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-1	M-2	M-3
B = Peso de la muestra SSS	kg	451.27	463.38	448.95
A = Peso de la muestra secada en el horno	kg	435.62	449.07	432.51
Porcentaje de absorción (%)	%	3.6	3.2	3.8
Promedio	%	3.5		
Absorción:	3.5	%		



ing. Jorge Enrique Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 RUP N° 197384
 GRUPO IMG

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

NTP_400.017 / ASTM C29

PROYECTO	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	: AGREGADOS GRUESO
SOLICITANTE	: QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	: MLAGRO
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD

PESO UNITARIO SECO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	17.985	17.987	18.054
Peso Unitario Suelto (P.U.S.)	kg/m ³	1583	1583	1590
Promedio	kg/m ³	1585		
Peso Unitario Suelto (P.U.S.)	1585	kg/m³		


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197284
GRUPO IMG

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO

NTP. 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	: AGREGADOS GRUESO
SOLICITANTE	: QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	: MLAGRO
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	20.014	20.185	20.217
Peso Unitario Compactado (P.U.C.)	kg/m³	1774	1791	1794
Promedio	kg/m³	1786		
Peso Unitario Compactado (P.U.C.)	1786	kg/m³		



Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP 339.185 / ASTM C566

PROYECTO	: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	: AGREGADOS GRUESO
SOLICITANTE	: QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	: MLAGRO
UBICACIÓN	: TRUJILLO - LA LIBERTAD

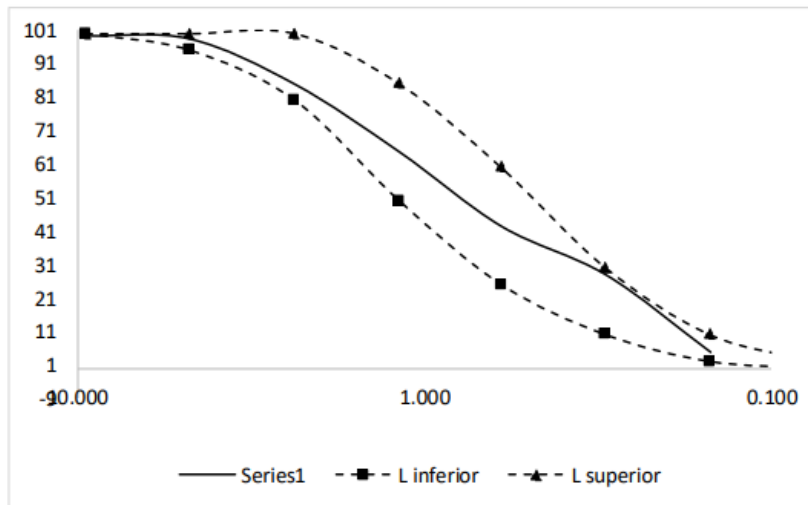
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de tara	g	70.24	71.64	70.94
Peso de la muestra natural	g	153.72	150.94	149.36
Peso de muestra seca + Tara	g	221.08	219.47	217.35
Contenido de humedad	%	1.9	2.1	2.0
Promedio	%	2.0		
Contenido de humedad:	2.0	%		


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
NTP 400.012

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

TAMIZ	ABERTUR A (mm.)	PESO TAMIZ (g.)	TAMIZ + MUESTRA (g.)	PESO RETENID O (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	
						RETENIDO	PASANTE
3/8"	9.500	186.32	193.07	6.75	1	1	99
Nº4	4.750	189.87	199.36	9.49	1	2	98
Nº8	2.360	177.56	314.70	137.14	14	15	85
Nº16	1.180	128.21	332.21	204.00	20	35	65
Nº30	0.600	124.67	348.51	223.84	22	58	42
Nº50	0.300	123.66	269.82	146.16	15	72	28
Nº100	0.150	115.14	347.84	232.70	23	95	5
Nº200	0.075	247.01	286.81	39.80	4	99	1
FONDO		218.84	225.96	7.12	1	100	0
PESO TOTAL				1007.00		100	
				M. FINURA		2.78	



Jorge Barrantes Villanueva
Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP Nº 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO

NTP. 400.022 / ASTM C128

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Volumen de agua en la fiola	cm ³	500	500	500
Peso de la fiola (limpio y seco)	g	159.3	159.3	159.3
B = Peso de la fiola + Agua	g	637.1	639.7	631.8
Peso de la fiola + Peso muestra SSS	g	613.8	613.8	615.6
C = Peso de la fiola + Peso muestra SSS + Agua	g	924.6	928.1	921.6
Peso del agua (5-4)	g	310.8	314.3	306
Peso de recipiente	g	119.7	114.5	116.8
Recipiente + Muestra seca	g	561.2	557.4	561.9
A = Peso de la muestra secada al horno	g	441.5	442.9	445.1
S = Peso de la muestra SSS (4-2)	g	454.5	454.5	456.3
Peso específico de masa SSS	kg/m ³	2722	2736	2741
Peso específico aparente	kg/m ³	2867	2867	2866
Peso específico de masa	kg/m ³	2644	2666	2673
Promedio peso específico de masa	kg/m ³	2661		
Peso específico de masa:	2661	kg/m³		


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 SUP N° 197384
 GRUPO IMG

ENSAYO DE ABSORCIÓN

NTP. 400.022 / ASTM C128

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRA		
		M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra SSS (4-2)	g	454.5	454.5	456.3
Peso de la muestra secada al horno	g	441.5	442.9	445.1
Porcentaje de absorción (%)	%	2.9	2.6	2.5
Promedio	%	2.7		
Absorción:	2.7	%		


Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

NTP - 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

PESO UNITARIO SECO SUELTO DE AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.202	1.202	1.202
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	19.325	19.715	19.625
Peso Unitario Suelto (P.U.S.)	kg/m³	1709	1746	1738
Promedio	kg/m³	1731		
Peso Unitario Suelto (P.U.S.)	1731	kg/m³		



Ing. Jorge Rumbautas Villarreal
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO

NTP. 400.017 / ASTM C29

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de molde	kg	1.202	1.202	1.202
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diametro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso de molde + Muestra	kg	20.189	20.547	20.314
Peso Unitario Compactado (P.U.C.)	kg/m ³	1791	1825	1803
Promedio	kg/m ³	1806		
Peso Unitario Compactado (P.U.C.)	1806	kg/m³		


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP. 339.185 / ASTM C566

PROYECTO	:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
MUESTRA	:	AGREGADO FINO
SOLICITANTE	:	QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
CANTERA	:	MILAGRO
UBICACIÓN	:	TRUJILLO - LA LIBERTAD

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS		
		M-1	M-2	M-3
Peso de tara	g	71.69	70.81	72.45
Peso de la muestra natural	g	153.49	150.93	146.93
Peso de muestra seca + Tara	g	222.62	219.34	217.19
Contenido de humedad	%	1.7	1.6	1.5
Promedio	%	1.6		
Contenido de humedad:	1.6	%		


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
RUP N° 197384
GRUPO IMG

DISEÑO DE MEZCLA - ACI

DATOS PREVIOS - CARACTERIZACIÓN

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO			Parámetros
Ensayo	Norma	Resultado	
Granulometría (MF)	NTP. 400.012 / ASTM C136	2.78	2.3 - 3.1
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	1.6	-
P.U.S.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1731	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1806	1600 - 1900
Peso específico (kg/m ³)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2661	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2.7	0.2 - 5.0

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			Parámetros
Ensayo	Norma	Resultado	
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	NTP 400.037	3/4"	-
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	2.0	-
P.U.S.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1585	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m ³)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1786	1600 - 1900
Peso específico (kg/m ³)	NTP. 400.021 / ASTM C127	2723	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.021 / ASTM C127	3.5	0.2 - 5.0



Ing. Jorge Durantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

f'c (kg/cm ²)	f'cr (kg/cm ²)
< 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
> 350	f'c + 99

0) f'c requerida

f'c =	280	kg/cm ²
f'cr =	364	kg/cm ²

1) TMN del agregado

TMN =

2) Asentamiento requerido

SLUMP = ASTM C143 (TABLAS)

3) Volumen unitario de agua

Agua = l/m³ (TABLAS)

4) Contenido de aire

Aire atrapado = % (TABLAS)

5) Relación agua/cemento

f'cr (28 días)	r a/c
350	0.48
364	x
400	0.43

(TABLAS)

r a/c = **0.47** relacion a/c de diseño

6) Factor cemento

Cantidad de cemento = 439.9 kg

FC = 10.4

7) Volumen absoluto de la pasta (TIPO I: Pacasmayo)

Peso específico de cemento: g/cm³ kg/m³

Cemento: 0.141 m³

Agua: 0.205 m³

Aire: 0.02 m³

m³


Ing. Jorge Bustos Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

8) Volumen absoluto del agregado grueso:

	0.634	m ³
M.F, Agr.Fino	2.6	2.78
	0.64	x
		2.8
		0.62

x=	0.622	m ³
Contenido del Agregado Grueso =	1111.00	kg/m ³
Volumen del Agregado Grueso =	0.408	m ³
Volumen (cemento, agua, aire, A.G.) =	0.774	m ³
Volumen del Agregado Fino =	0.226	m ³
Contenido del Agregado Fino =	601.24	kg/m ³
Volumento Total =	1.000	OK

9) Corrección de agua

Aporte de agua de los agregados:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \frac{\text{Masa (Kg)}}{\text{Peso Especifico (Kg/m}^3\text{) @}}$$

Peso húmedo:	Agregado húmedo = Diseño Seco (1+Contenido de Humedad)/100	
	Agregado Fino =	610.9 kg/m ³
	Agregado Grueso =	1133.3 kg/m ³

Agua efectiva: vacíos por llenar

Agregado Fino =	6.52	l/m ³
Agregado Grueso =	16.86	l/m ³
Agua =	205	l/m ³
Agua Efectiva =	228.4	l/m³

10) Valores de diseño seco

Material	Unidad	Cantidad
Cemento Tipo I	kg/m ³	440
Agua	l/m ³	205
Agregado Fino	kg/m ³	601
Agregado Grueso	kg/m ³	1111


Ing. Jorge Barandales Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

11) Valores corregidos

CEMENTO MS	Unidad	Cantidad	%	Proporcion en peso	volumen m3
Cemento Tipo I	kg/m ³	439.9	18	1.0	0.1
Agua	l/m ³	228.4	9	0.5	0.2
Agregado Fino	kg/m ³	610.9	25	1.4	0.2
Agregado Grueso	kg/m ³	1133.3	47	2.6	0.4
Total =		2412.5	kg/m ³		
Peso Esp. Agua	1000	kg/m ³		R a/c	0.52


Ing. Jorge Amador Villanueva
REGISTRO NACIONAL LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

ENSAYO DE DESGASTE ABRASIVO MEDIANTE RUEDA ANCHA NTE INEN 3040

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE: MIGUEL QUIJONES CASTILLO

MUESTRAS : ADOQUÍN DE CONCRETO

MUESTRA	Huella 1 mm	Huella 2 mm	Promedio mm	Calibración mm	DESGASTE mm
1	20.50	20.50	20.50	20.00	20.50
2	20.50	20.00	20.25	20.00	20.25
3	20.50	20.00	20.25	20.00	20.25
PROMEDIO				20.00	20.33


 Ing. Jorge Quijones Villanueva
 REGISTRO PROFESIONAL LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

ENSAYO DE DESGASTE ABRASIVO MEDIANTE RUEDA ANCHA NTE INEN 3040

PROYECTO: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN CON PLASTICO RECIKLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE: MIGUEL QUIÑONES CASTILLO

MUESTRAS : ADOQUIN DE CONCRETO + 5.5% DE PLASTICO RECIKLADO

MUESTRA	Huella 1 mm	Huella 2 mm	Promedio mm	Calibración mm	DESGASTE mm
1	19.50	19.50	19.50	20.00	19.50
2	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
3	19.5	20.00	20.00	20.00	20.00
PROMEDIO				20.00	19.83


 Ing. Jorge Bustamante Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

ENSAYO DE DESGASTE ABRASIVO MEDIANTE RUEDA ANCHA NTE INEN 3040

PROYECTO: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE: MIGUEL QUIÑONES CASTILLO

MUESTRAS : ADOQUÍN DE CONCRETO + 10.5% DE PLÁSTICO RECICLADO

MUESTRA	Huella 1 mm	Huella 2 mm	Promedio mm	Calibración mm	DESGASTE mm
1	22.50	22.50	22.50	20.00	22.50
2	22.00	22.50	22.25	20.00	22.25
3	22.00	22.00	22.00	20.00	22.00
PROMEDIO				20.00	22.25


 Ing. Jorge Barrios Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 GRUPO IMG

ENSAYO DE DESGASTE ABRASIVO MEDIANTE RUEDA ANCHA NTE INEN 3040

PROYECTO: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN CON PLASTICO REICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE: MIGUEL QUIÑONES CASTILLO

MUESTRAS : ADOQUIN DE CONCRETO + 15.5% DE PLASTICO REICLADO

MUESTRA	Huella 1 mm	Huella 2 mm	Promedio mm	Calibración mm	DESGASTE mm
1	26.00	27.50	26.75	20.00	26.75
2	26.50	27.00	26.75	20.00	26.75
3	26.50	27.00	26.75	20.00	26.75
	PROMEDIO			20.00	26.75


 Ing. José Barradas Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

ENSAYO DE DESGASTE ABRASIVO MEDIANTE RUEDA ANCHA NTE INEN 3040

PROYECTO: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ADOQUIN CON PLASTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022

SOLICITANTE: MIGUEL QUIÑONES CASTILLO

MUESTRAS : ADOQUIN DE CONCRETO + 20.5% DE PLASTICO RECICLADO

MUESTRA	Huella 1 mm	Huella 2 mm	Promedio mm	Calibración mm	DESGASTE mm
1	30.00	30.50	30.25	20.00	30.25
2	31.00	31.50	31.25	20.00	31.25
3	30.00	30.50	30.25	20.00	30.25
PROMEDIO				20.00	30.58


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39**

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 14 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F.C. DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO
1.00	PATRON	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	201.00	101.00	60.00	47,632.00	2,030.10	23.46	237.44	280	84.80
2.00	PATRON	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	202.00	103.00	62.00	46,898.00	2,080.60	22.54	228.11	280	81.47
3.00	PATRON	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	200.00	101.00	61.00	47,685.00	2,020.00	23.61	238.90	280	85.32

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almudadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s


 Ing. Jorge Bermudes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39**

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 28 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO
1.00	5.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	200.00	102.00	63.00	47,319.00	2,040.00	23.20	234.74	280	83.84
2.00	5.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	201.00	101.00	61.00	47,128.00	2,030.10	23.21	234.93	280	83.90
3.00	5.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	203.00	101.00	60.00	46,921.00	2,050.30	22.88	231.60	280	82.71

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almohadadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s
La resistencia a 7 días de curado debiera ser el 68% mínimo de la resistencia de diseño

Juan
Ing. Jorge Barrientes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUINONES CASTILLO MIGUEL

MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 14 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE		TIPO	EDAD	Longitud (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO	
		MOLDEO	ROTURA											DIAS	PROBETA
1.00	10.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	201.00	101.00	60.00	48.631.00	2,030.10	23.95	242.42	280	86.58	
2.00	10.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	200.00	103.00	61.00	49,032.00	2,060.00	23.80	240.88	280	86.03	86.61
3.00	10.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	202.00	100.00	62.00	48,756.00	2,020.00	24.14	244.26	280	87.24	

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con alfileres de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s

Juan
Ing. Jorge Barrientes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
GRUPO IMG

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39**

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 14 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO	
														%	%
1.00	15.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	203.00	101.00	61.00	46987.00	2,050.30	22.92	231.92	280	82.83	
2.00	15.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	202.00	103.00	61.00	47258.00	2,080.60	22.71	229.87	280	82.10	82.26
3.00	15.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	204.00	102.00	60.00	47124.00	2,080.80	22.65	229.19	280	81.85	

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s


Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39**

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUÍN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUÍN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUÍN 280 kg/cm² - 14 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DMS	Longitud (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	F.C DISEÑO (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1.00	20.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	202.00	101.00	63.00	47,651.00	2,040.20	23.36	236.36	280	84.42
2.00	20.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	201.00	103.00	62.00	46,975.00	2,070.30	22.69	229.62	280	82.01
3.00	20.5% PLÁSTICO RECICLADO	19/05/2023	2/06/2023	ADOQUIN	14.00	201.00	102.00	62.00	48,667.00	2,050.20	23.69	239.73	280	85.62

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almohada de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 mm/s

Juan
ing. Jorge Barrientes Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 28 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE		TIPO	EDAD	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	CARGA	AREA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	F.C DISEÑO	% OBTENIDO	
		MOLDEO	ROTURA											(kg/cm ²)	Mpa
1.00	PATRON	26/04/2023	24/05/2023	ADOQUIN	28.00	203.00	103.00	62.00	59,548.00	2,090.90	28.48	288.21	280	102.93	102.61
2.00	PATRON	26/04/2023	24/05/2023	ADOQUIN	28.00	200.00	101.00	61.00	57,124.00	2,020.00	28.28	286.19	280	102.21	
3.00	PATRON	26/04/2023	24/05/2023	ADOQUIN	28.00	202.00	104.00	61.00	59,682.00	2,100.80	28.41	287.50	280	102.68	

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almudadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 AN/s

Jorge Barrera
Ing. Jorge Barrera Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39**

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL

MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 28 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DAS	Longitud (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F.C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO	
														%	% PROMEDIO
1.00	5.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	203.00	104.00	63.00	60,888.00	2,111.20	28.85	291.91	280	104.25	
2.00	5.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	202.00	103.00	60.00	60,388.00	2,080.60	29.01	293.58	280	104.85	104.70
3.00	5.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	201.00	102.00	61.00	59,551.00	2,050.20	29.05	293.95	280	104.98	

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s

Jorge
Ing. Jorge Bustamante Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
GRUPO IMG

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39**

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 28 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F.C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %
1.00	10.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	202.00	103.00	61.00	66.561.00	2.080.60	31.99	323.75	280	115.63
2.00	10.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	201.00	101.00	61.00	65.784.00	2.030.10	32.40	327.93	280	117.12
3.00	10.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	202.00	101.00	62.00	65.684.00	2.040.20	32.19	325.81	280	116.36

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almohadilla de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s

[Firma]
Ing. Jorge Barrios Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP Nº 197384
GRUPO IMG

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C - 39

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 28 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA	RESISTENCIA	F.C. DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO	
											Mpa	(kg/cm ²)		%	% PROMEDIO
1.00	15.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	203.00	101.00	61.00	59.485.00	2.050.30	29.01	263.61	280	104.86	105.03
2.00	15.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	202.00	102.00	61.00	59.869.00	2.060.40	29.06	294.06	280	105.02	
3.00	15.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	203.00	104.00	64.00	61.454.00	2.111.20	29.11	294.59	280	105.21	

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con alfileres de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s

Juan
Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM C - 39**

PROYECTO : ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ADOQUIN CON PLÁSTICO RECICLADO Y ADOQUIN CONVENCIONAL EN TRUJILLO, 2022
SOLICITANTE : QUIÑONES CASTILLO MIGUEL
MATERIAL : ADOQUIN 280 kg/cm² - 28 DIAS DE CURADO

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DAS	Longitud (mm)	Altera (mm)	Ancho (mm)	CARGA N	AREA (cm ²)	RESISTENCIA	RESISTENCIA	F.C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO
											Mpa	(kg/cm ²)		
1.00	20.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	203.00	103.00	62.00	59,846.00	2,090.90	28.62	289.66	280	103.45
2.00	20.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	202.00	102.00	64.00	58,767.00	2,060.40	28.52	288.64	280	103.09
3.00	20.5% PLÁSTICO RECICLADO	22/05/2023	19/06/2023	ADOQUIN	28.00	201.00	103.00	62.00	59,274.00	2,070.30	28.63	289.74	280	103.48

OBSERVACIONES:
Las probetas se ensayaron con almohadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s

Fig. Jorge Estrada Villaneda
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Resultados de todos los ensayos

Tabla 12
Ensayo de Granulometría del agregado grueso (NTP 400.037)

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso Tamiz (g)	Tamiz + Muestra(g.)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
1 ½"	37.500	205.4	205.40	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	175.05	215.05	40.0	2.0	2.0	98.0
¾"	19.000	171.01	421.01	250.0	12.50	14.5	85.5
½"	12.500	204.83	871.75	666.92	33.35	47.8	52.2
3/8"	9.500	186.32	563.76	377.44	18.87	66.7	33.3
N° 4	4.750	189.87	855.51	665.64	33.28	100.0	0.0
N° 8	2.360	177.56	177.56	0.00	0.00	100.0	0.0
N° 16	1.100	128.21	128.21	0.00	0.00	100.0	0.0
N° 30	0.600	124.67	124.67	0.00	0.00	100.0	0.0
N° 50	0.297	123.66	123.66	0.00	0.00	100.0	0.0
N° 100	0.149	115.14	115.14	0.00	0.00	100.0	0.0
N° 200	0.075	247.01	247.01	0.00	0.00	100.0	0.0
Fondo	Fondo	218.84	218.84	0.00	0.00	100.0	0.0
PESO TOTAL				2000.00	100	T.M.	1"

Nota: Se observa el análisis granulométrico del material granular con los pesos retenidos en el tamiz 1" de 40.0 gr., tamiz ¾" de 250.0 gr., tamiz ½" de 666.92 gr., tamiz 3/8" de 377.44 gr., tamiz N° 4 de 665.64, haciendo una suma de 2000.00 gr.

Tabla 13
Ensayo de peso específico agregado grueso

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
B = peso de la muestra SSS	gr	451.27	463.38	448.95
C= peso de la muestra SSS en el agua	gr	669.3	286.73	294.16
Peso de bandeja	gr	996.8	86.0	86.00
Peso de bandeja + Muestra seca	gr	523.2	363.07	346.51
A = peso de la muestra secada en el horno	g	435.62	449.07	432.51
Peso específico de masa SSS	g/m ³	2.933	2.623	2.900
Peso específico aparente	g/m ³	6.697	4.755	6.619

Peso específico de masa	g/m ³	2.831	2.542	2.794
Promedio del peso específico de masa	g/m ³	2.723		
Peso específico de masa:		2.723 g/m³		

Nota: Los pesos específicos del agregado grueso en la muestra 1 es de 2.831gr/cm³, en la muestra 2 es de 2.542 gr/cm³, la muestra 2.794 gr/cm³ el promedio de ello es de 2.72 gr/cm³ para el peso.

Tabla 14

Absorción del agregado grueso

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
B = peso de la muestra SSS	gr	451.27	463.38	448.95
A= peso de la muestra SSS en el horno	gr	435.62	449.07	432.51
Porcentaje de absorción	%	3.6	3.2	3.8
Promedio	%	3.5		
Absorción		3.5%		

Nota: En la absorción para la muestra 1 es de 3.6%, en la muestra 2 es de 3.2%, en la muestra 3 es de 3.8%, con un promedio de 3.5%.

Tabla 15

Peso unitario suelto del agregado grueso

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diámetro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	Kg	17.985	17.987	18.054
Peso unitario suelto	Kg/m³	1.583	1.583	1.590
Peso unitario suelto promedio	Kg/m³	1.585		

Nota: Respecto al peso unitario suelto en la muestra 1, 2 y 3, se tuvo los resultados de 1.583 kg/m³, 1.583 kg/m³, 1.590 kg/m³ respectivamente, finalmente el promedio es de 1.585 kg/m³.

Tabla 16
Peso unitario compactado del agregado grueso

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diámetro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	Kg	20.014	20.185	20.217
Peso unitario compactado	Kg/m³	1.774	1.791	1.794
Peso unitario compactado promedio	Kg/m³	1.786		

Nota: Con respecto al peso unitario compactado en la muestra 1, 2 y 3, se tuvo los resultados de 1.774 kg/m³, 1.791 kg/m³, 1.794 kg/m³ respectivamente, finalmente un promedio de 1.786 kg/m³.

Tabla 17
Contenido de humedad agregado grueso

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de tara	gr	70.24	71.64	70.94
Peso de la muestra natural	gr	153.72	150.94	149.36
Peso de muestra seca + tara	gr	221.08	219.47	217.35
Contenido de humedad	%	1.9	2.1	2.0
Promedio Contenido de humedad	%	2.0		

Nota: Tenemos un contenido de humedad del material granular para la muestra 1 es de 1.9%, la muestra 2 es de 2.1%, la muestra 3 es de 2.0, por cuanto el promedio es de 2.0%.

Tabla 18
Ensayo de Granulometría del agregado fino

Tamices ASTM	Abert. (mm)	Peso Tamiz (g)	Tamiz + Muestra(g.)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3/8"	9.500	186.32	193.07	6.75	1.00	1.0	99.0
N° 4	4.750	189.87	199.36	9.49	1.00	2.0	98.0
N° 8	2.360	177.56	314.70	137.14	14.00	15.0	85.0

N° 16	1.180	128.21	332.21	204.00	20.00	35.0	65.0
N° 30	0.600	124.67	348.51	223.84	22.00	58.0	42.0
N° 50	0.300	123.66	269.82	146.16	15.00	72.0	28.0
N° 100	0.150	115.14	347.84	232.70	23.00	95.0	5.0
N° 200	0.075	247.01	286.81	39.80	4.00	99.0	1.0
Fondo	Fondo	218.84	225.96	7.12	1.00	100.0	0.0
PESO TOTAL				1007.00		100	
				M. finura		2.78	

Nota: Se observa el análisis granulométrico del material fino donde los pesos retenidos en el tamiz 3/8" de 6.75 gr., tamiz N° 4 de 9.49 gr., tamiz N° 8 de 137.14 gr., tamiz N° 16 de 204.00 gr., tamiz N° 30 de 223.84 gr., tamiz N° 50 de 146.16 gr., tamiz N° 100 de 232.70 gr., tamiz N° 200 de 39.80 gr., fondo de 7.12 gr., haciendo una suma de 1007.00 gr.

Tabla 19

Ensayo de peso específico agregado fino

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Volumen de agua en la fiola	Cm ³	500.00	500.00	500.00
Peso de la fiola (limpio y seco)	gr	159.30	159.3	159.30
B = peso de la fiola + agua	gr	637.10	639.7	631.80
Peso de la fiola + peso muestra SSS	gr	613.8	613.8	615.60
C = peso de la fiola + peso muestra SSS + agua	gr	924.6	928.10	921.60
Peso del agua (5-4)	gr	310.8	314.30	306.0
Peso de recipiente	gr	119.70	114.50	116.80
Recipiente + muestra seca	gr	561.2	557.40	561.9
A = peso de la muestra secada al horno	g	441.5	442.90	445.10
S = peso de la muestra SSS (4-2)		454.5	454.50	456.30
Peso específico de masa SSS	g/m ³	2.722	2.736	2.866
Peso específico aparente	g/m ³	2.867	2.867	2.673
Peso específico de masa	g/m³	2.644	2.666	2.673
Promedio del peso específico de masa	g/m³	2.661		

Nota: Los pesos específicos del agregado fino en la muestra 1 es de 2.644gr/cm³, en la muestra 2 es de 2.666 gr/cm³, la muestra 3 es de 2.673 gr/cm³ el promedio de ello es de 2.661 gr/cm³ para el peso.

Tabla 20
Absorción del agregado fino

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la muestra SSS (4-2)	gr	454.5	454.5	456.3
Peso de la muestra secada al horno	gr	441.5	442.9	445.1
Porcentaje de absorción	%	2.9	2.6	2.5
Promedio Absorción	%	2.7		

Nota: En la absorción para la muestra 1 es de 2.9%, en la muestra 2 es de 2.6%, en la muestra 3 es de 2.5%, con un promedio de 2.7%.

Tabla 21
Peso unitario suelto del agregado fino

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diámetro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	Kg	19.325	19.715	19.625
Peso unitario suelto	Kg/m³	1.709	1.746	1.738
Peso unitario suelto promedio	Kg/m³	1.731		

Nota: Respecto al peso unitario suelto en la muestra 1, 2 y 3, se tuvieron los resultados 1.709 kg/m³, 1.746 kg/m³, 1.738 kg/m³ respectivamente, finalmente un promedio de 1.731 kg/m³.

Tabla 22
Peso unitario compactado del agregado fino

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de molde	kg	1.2	1.2	1.2
Altura del molde	m	0.15	0.15	0.15
Diámetro del molde	m	0.3	0.3	0.3
Radio del molde	m	0.15	0.15	0.15
Volumen del molde	m ³	0.01060	0.01060	0.01060
Peso del molde + muestra	Kg	20.189	20.547	20.314
Peso unitario compactado	Kg/m³	1.791	1.825	1.803

Peso unitario compactado promedio Kg/m³ 1.806

Nota: Con respecto al peso unitario compactado en la muestra 1, 2 y 3, se tuvieron los resultados de 1.791 kg/m³, 1.825 kg/m³, 1.803 kg/m³ respectivamente, finalmente con un promedio de 1.806 kg/m³.

Tabla 23
Contenido de humedad agregado fino

Descripción	U.M.	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de tara	gr	71.69	70.81	72.45
Peso de la muestra natural	gr	153.72	150.93	146.93
Peso de muestra seca + tara	gr	222.62	219.34	217.19
Contenido de humedad	%	1.7	1.6	1.5
Promedio Contenido de humedad	%		1.6	

Nota: El contenido de humedad del material fino para la muestra 1, 2 y 3, se tuvieron los resultados de 1.7%, 1.6%, 1.5% respectivamente, finalmente un promedio de 1.6%.

Calculo de diseño de mezcla:

$F'c$ (kg/cm ²)	$F'cr$ (kg/cm ²)
< 210	$f'c = + 70$
210 a 350	$f'c = + 84$
>350	$f'c = +99$

0) $F'c$ Requerida

$$F'c \text{ 280 kg/cm}^2$$

$$F'c = 364 \text{ kg/cm}^2$$

1) TMN del agregado

$$\text{TMN} = 3/4''$$

2) Asentamiento requerido

$$\text{Slump} = 3 - 4 \text{ (ASTM C143)}$$

3) Volumen unitario de agua

$$\text{Agua} = 205 \text{ l/m}^3$$

4) Contenido de aire

$$\text{Aire atrapado} = 2\%$$

5) Relación agua/ cemento

f'_{cr} (28 días)	r a/c
350	0.48
364	x
400	0.43

$$r \text{ a/c} = 0.47 \text{ relación a/c de diseño}$$

6) Factor de cemento

$$\text{Cantidad de cemento} = 439.9 \text{ kg}$$

$$F'c = 10.4$$

7) Volumen absoluto de la pasta (Tipo I: Pacasmayo)

$$\text{Peso específico de cemento: } 3.12 \text{ gr/cm}^3 \quad 3120 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento: } 0.141 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 0.205 \text{ m}^3$$

Aire: 0.02 m³
0.366 m³

8) Volumen absoluto del agregado grueso:

0.634 m³

M.F. agr. Fino	2.6	2.78	2.8
	0.64	x	0.62

X = 0.622 m³

Contenido del agregado grueso	=	1111.00 kg/m ³
Volumen del agregado grueso	=	0.408 m ³
Volumen (cemento, agua aire, A.G.)	=	0.774 m ³
Volumen del agregado fino	=	0.226 m ³
Contenido del agregado fino	=	601.24 kg/m ³
Volumen Total	=	1.000 OK

9) Corrección de agua

Aporte del agua de los agregados: Volumen (m³) = Masa (Kg)/ Peso específico (Kg/m³)

Peso húmedo: agregado húmedo = diseño seco (1 + contenido de humedad) /100

Agregado fino	=	610.9 Kg/m ³
Agregado grueso	=	1133.3 Kg/m ³

Agua efectiva: vacíos por llenar

Agregado fino	=	6.52 l/m ³
Agregado grueso	=	16.86 l/m ³
Agua	=	205 l/m ³
Agua efectiva	=	228.4 l/m ³

10) Valores de diseño seco

Tabla 24

Valores de Diseño Seco

Material	Unidad	Cantidad
Cemento Tipo I	Kg/m ³	440
Agua	l/m ³	205
Agregado fino	Kg/m ³	601
Agregado grueso	Kg/m ³	1111

Nota: tenemos los valores del diseño seco del cemento, agua, agregado fino y agregado grueso