



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la  
resistencia y durabilidad del pavimento rígido, Avenida Los  
Andes –Lima 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Villegas Fernández, Jhoelo Jhosseth (ORCID:  
0000-0002-0300-5929)

**ASESOR:**

Mg. Alzamora Román, Hermer Ernesto (ORCID:  
0000-0002-2634-7710)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes me dieron vida, me enseñaron los valores y principios. A mis hermanas, mi sobrino Andresito por generarme valor ante las adversidades y su amor.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por darme fuerzas y salud para llegar a la meta planteada. A mi familia por su paciencia y a mi asesor Mg. Dr. Hermer Alzamora por su paciencia y tiempo alcanzado para completar esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III.METODOLOGÍA.....	13
3.1. Diseño de investigación .....	13
3.2. Variables, Operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos .....	23
3.6. Métodos de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos .....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES .....	39
VII. RECOMENDACIONES .....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS .....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de la variable Independiente: Polímero Reciclado.....	17
<b>Tabla 2.</b> Operacionalización de la variable Dependiente: Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido.....	18
<b>Tabla 3.</b> Cuadro de Proporciones de antecedentes de investigaciones. ....	20
<b>Tabla 4.</b> Técnicas e instrumentos a emplear. ....	22
<b>Tabla 5.</b> Análisis Global de los agregados.....	26
<b>Tabla 6.</b> Proporciones físicas de la granulometría global. ....	27
<b>Tabla 7.</b> Relación a/c a emplear. ....	27
<b>Tabla 8.</b> Diseño estimado de concreto $f'c=210$ . ....	28
<b>Tabla 9.</b> Tipos de consistencias según revenimientos de diseño. ....	29
<b>Tabla 10.</b> Establece los resultados del ensayo con el cono de Abrams. ....	29
<b>Tabla 11.</b> Resultados de ruptura del concreto básico.....	31
<b>Tabla 12.</b> Resultados de ruptura del concreto básico + 1.0% PET.....	32
<b>Tabla 13.</b> Resultados de ruptura del concreto básico + 1.5% PET.....	33
<b>Tabla 14.</b> Resultados de ruptura del concreto básico + 2.5% PET.....	34
<b>Tabla 15.</b> Resultados de ensayos de flexión de muestras a los 28 días. ....	35
<b>Tabla 16.</b> Resultados de ensayos de Tracción de muestras a los 28 días. ....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Botellas PET en reciclaje. ....	15
<b>Figura 2.</b> Pista de concreto.....	16
<b>Figura 3.</b> Matriz de consistencia.....	19
<b>Figura 4.</b> Zona de investigación. ....	21
<b>Figura 5.</b> Agrietamiento de la Av. Paseo de los Andes. ....	21
<b>Figura 6.</b> Vista aérea de la Av. Paseo de los Andes. ....	25
<b>Figura 7.</b> Curva de los Agregados Globales.....	26
<b>Figura 8.</b> Ensayo con el cono de Abrams.....	29
<b>Figura 9.</b> Mezcla del concreto. ....	30
<b>Figura 10.</b> Probetas preparadas para la rotura.....	30
<b>Figura 11.</b> Resultados Ensayo del concreto básico matriz. ....	31
<b>Figura 12.</b> Resultados Ensayo del concreto básico matriz+1.0% de PET.....	32
<b>Figura 13.</b> Resultados Ensayo del concreto básico matriz+1.5% de PET.....	33
<b>Figura 14.</b> Resultados Ensayo del concreto básico matriz+2.5% de PET.....	34
<b>Figura 15.</b> Resultados de la prueba de resistencia a la flexión. ....	35
<b>Figura 16.</b> Resultados de la prueba de resistencia a la tracción. ....	36

## **RESUMEN**

En la presente tesis titulada " Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido, Avenida Los Andes – Lima 2020" Se tuvo como objetivo general: Determinar de qué manera incorporando polímero reciclado PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia y durabilidad del pavimento rígido

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel correlacional – explicación y diseño experimental. Estos ensayos se realizaron modificando la mezcla de Concreto adicionando polímeros reciclados en proporciones de 1.0%, 1.5% y 2.5%. Con la adición final 2.5% Pet

se obtuvo una mayor resistencia hasta 306.93 kg/cm<sup>2</sup>.

Para esta investigación los pavimentos concretos muestran mayor estabilidad. Y adicionando fibras de Polietileno Pet Reciclado en cortes de 4mm x 5 cm expresa una contribución en su estructura al impactar en sus propiedades mecánicas

. **Palabras clave:** Diseño Mezcla, Pavimento rígido, polímero reciclado.

## ABSTRACT

In the present thesis entitled "Mix design incorporating recycled polymer to improve the resistance and durability of rigid pavement, Avenida Los Andes - Lima 2020" The general objective was: Determine how incorporating recycled PET polymer in the mix design would improve in the strength and durability of rigid pavement

The research had a quantitative approach, applied type, correlational level - explanation and experimental design. These tests were carried out by modifying the concrete mix by adding recycled polymers in proportions of 1.0%, 1.5% and 2.5%. With the final addition 2.5% Pet

a greater resistance was obtained up to 306.93 kg / cm<sup>2</sup>.

For this research, concrete pavements show greater stability. And adding Recycled Pet Polyethylene fibers in 4mm x 5 cm cuts expresses a contribution to its structure by impacting on its mechanical properties

. **Keywords:** Mix Design, Rigid Pavement, Recycled Polymer.



## **I.1 INTRODUCCIÓN.**

### Realidad problemática

En la actualidad los polímeros se han desarrollado como una necesidad conformante entre nuestras vidas, pero tenemos el defecto de usarlos y botarlos, cuando este se puede reutilizar como para la construcción de vías y caminos. Es en este entorno que se genera el uso de estos materiales reciclados para la mezclarlos con el concreto, a fin de mejorar sus características ante las inclemencias del clima y de su uso prolongado. Entre las investigaciones realizadas se encuentran la desarrollada por nuestro país vecino Colombia quien probó con la incorporación del Tereftalato de Polietileno (PET), material muy usado en la creación de envases de tomar y fabricación de textiles, ya en el año 2016 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia reporta su producción anual de 84,000 toneladas por año de PET de donde solo reciclan el 24%, convirtiendo dicho material como residuo altamente crítico.

En nuestro país los proyectos de construcción de vías y carreteras están siendo concesionadas como es el caso de “Vías nuevas de Lima” que, a través de la Municipalidad Metropolitana de Lima, se encuentran en proceso de rehabilitación en sus principales ejes de vías de circulación como la Panamericana Norte, Panamericana Sur y la autopista Ramiro Priale, por el lapso de treinta años constituyendo más de 115 kilómetros, con la consiguiente integración de veintitrés distritos de Lima. Estas inversiones privadas no consideran a los distritos dado que deben tener un mantenimiento por parte de los gobiernos locales; es justamente esta falta de inversión de los distritos que aglomeran el caos vehicular generando innumerables patologías a los pavimentos.

La Avenida Paseo de los Andes se encuentra ubicada en el distrito de Pueblo Libre metrópoli de Lima, y es una vía muy transitada de acceso principal al municipio. Por ello su demanda es bastante alto por lo que estructuralmente debe ser idóneo para recibir las cargas repetitivas vehiculares que generan perjuicio al pavimento.

El pavimento existente es rígido acorde con transmisión de carga por técnica de unión de agregados, sin sistema de drenaje, con juntas y sardinel como parte total del pavimento.

En el reconocimiento visual de La Avenida Paseo de los Andes, esta presenta problemas de fisuración longitudinal y transversal, losas subdivididas, pérdida de sus agregados, descascamiento superficial, situaciones que sustentan el necesario mantenimiento y rehabilitación del pavimento.

Ante ello este estudio pretende dar una alternativa con la adición de polímeros reciclados como el polietileno tereftalato conocido por las siglas PET, en sus diferentes presentaciones como fibra y peletizado en el discernimiento de un nuevo diseño de un pavimento duradero, de manera de mejorar sus propiedades mecánicas, situación que optimizaría la infraestructura vial para el anexo de la ciudad, al contar con un servicio durable y estable en el control de su deterioro a corto tiempo. Por otro lado, el reúso de materiales reciclados contribuiría en el control y cuidado del medio ambiente al recuperar dicho elemento.

Pregunta General:

¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría la resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?

Pregunta específicos:

¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría la trabajabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?

¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?

¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría en la resistencia al flexo tracción del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?

#### Justificación

La metodología para la evaluación de las muestras de cada proporción posibilita nuevas técnicas de uso del polietileno reciclado como refuerzo en la mezcla, para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, este controlaría la aparición de fisuras por fatiga del hormigón con el esbozo de grietas y hundimientos con el tiempo. En el aspecto social, se justifica por que mejoraría la circulación al evitar los trafico vehiculares asiduos en nuestra ciudad, mejorando nuestra calidad de vida. Científicamente establecería un acápite al desarrollar nuevos elementos que atacarían las enfermedades del pavimento de concreto.

- Social

Hoy en día el gran daño ambiental que estamos generando a nivel mundial. Donde debemos tomar conciencia y así poder reciclar el material Pet y darle otra utilización. En este proyecto se pretende mezclar los materiales reciclados con concreto a fin de mejorar sus características.

- Económica

Con la utilización de los materiales PET reciclados ayudan a generar un ahorro de este componente y un costo de inversión para el producto final.

#### Objetivo general

Determinar de qué manera incorporando polímero reciclado PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

### Objetivos específicos

Determinar si la incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría la trabajabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia al flexo tracción del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

### Hipótesis general

La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, se relaciona de manera significativa para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

### Hipótesis específicas

La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la trabajabilidad para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la estabilidad para mejorar las su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la resistencia al flexo tracción para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.

## **Antecedentes internacionales**

**Lugo y Torres (2019)**, en su investigación sobre “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET, de la Universidad Católica de Colombia, observaron un mejor rendimiento por la eficacia de fibras en el concreto en la resistencia a la compresión y tracción dentro de los rangos entre 96 kg y 110 kg de fibras respecto al diseño trabajado, determinado por el cociente del peso de las fibras sobre el peso total de la muestra. Respecto al ensayo de flexión el comportamiento del concreto es proporcional, lo que significa que a mayor cantidad de fibras mayores serán las resistencias a los esfuerzos de flexión.

**Acevedo y Posada (2018)**, presentaron su artículo de investigación, *Polietileno tereftalato como sustituto del agregado fino en mezclas de concreto \**

financiado por la Univ. Eafit de Medellín Colombia, donde valuó los resultados prácticos de esfuerzo a la compresión y de docilidad de un concreto elaborado a partir de la parcial sustitución del agregado fino por PET reciclado. Efectuándose mezclas de hormigones donde el árido fue reemplazado desde el 0% (muestra básica), 5%, 10%, 15% y 20%. Ofreciendo en los resultados que el aumento del porcentaje de árido fino sustituyendo al PET, reduce el esfuerzo a la compresión, no observándose cambios en la manejabilidad al conservarse la curva granulométrica del material. Se estableció que la sustitución del 15 % fue el más conveniente brindando una adecuada manejabilidad, presentándose un reducida pero aceptable resistencia a la presión del concreto experimentado.

**Borralleras, Jurado, Parra y Caballero (2018)**, expusieron en el V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante (HAC) y Hormigones Especiales, desarrollado en Valencia, su tema “Aditivos superplastificantes de última generación basados en polímeros PAE para el control de la viscosidad plástica del hormigón”; explicando los avances del uso de polímeros PAE, como empleo en los aditivos superplastificantes que por su simetría mejoró el comportamiento reológico y el carácter de su viscosidad plástica en condiciones inversas de su

correlación volumétrica agua/finos ( $R_{vol} A/F$ ). Observaron el buen perfil del HAC, que permite una elaboración cómoda del bombeo y esparcido, con acabados de alta performance en la preparación de hormigones. La disminución de viscosidad plástica de contribución por los polímeros PAE, mejora los costos de producción y minimiza la huella de CO<sub>2</sub>, que mezclada con el hormigón conviene en el uso de estos polímeros a favor de la reducción del cemento.

**Las ingenieras Botto y Santacruz (2017)**, en su trabajo de grado “Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para el empleo en pavimento rígido, adicionado con nanos compuestos de carbono”, de la Pontificia Javeriana de Bogotá-Colombia, evaluaron la influencia de la añadidura de nano compuesto de carbono (NCC) sobre su participación en estado fresco y endurecido del concreto para un pavimento rígido. Su desarrollo se basó en cuatro muestras con variaciones en porcentajes de NCC del 0%,0.05%, 0.10% y 0.15%, y diferentes acotaciones molares Cu/Ni (0.33, 1.0 y 2.0), con esfuerzos de carga monotónicas (ensayo de carga gradual que va desde cero hasta la rotura) y dinámicas (de aceleraciones sobre los elementos estructurales). Los NCC presentaron un carácter hidrófobo (rechazo al agua), por lo que tuvieron que agregar un aditivo dispersante, que proporcionó el contacto entre el cementante matriz y los NCC, obteniendo su considerada interacción física y química, con la adición óptima del 0.10 %.

**Jovells (2016)**, en su “estudio técnico experimental de hormigones con fibras de polipropileno, fibras metálicas y áridos reciclados para su utilización en pavimentos de baja intensidad de tráfico”, realizado en España para la Universidad Politécnica de Valencia, desarrollo la disposición de un pavimento de concreto con fibras de acero y fibras de polipropileno, sumado al reemplazo particionado de árido grueso por áridos reciclados para tráfico mediano, donde identifico dos muestras de control HC-1 y HC-2, fabricándose seis probetas cilíndricas, de acuerdo a la norma UNE-EN 12390-3:2009 y prismáticas de concreto bajo norma UNE-EN 14651:2007+A1, 2008, llegando a las conclusiones siguientes:

Las fibras empleadas en la mezcla desempeñan un aumento en el comportamiento plástico, siendo los mejores resultados los de hormigones los que contenían 10 kg de fibras de polipropileno por metro cúbico (FP10) y las que contuvieron 30 kg de fibras de acero 65/60 por metro cúbico (FM65/60). No hay recuperaciones de energía, después de la rotura en los hormigones con fibras metálicas, pero se ha generado una baja en la resistencia, con una creciente deformación. La prueba del panel redondo es el que ha resultado con menores dispersiones. Las probetas de FP10kg y de FM65/60 presentan una cantidad mayor de energía absorbida. Mientras el reemplazo del 50% de árido grueso por árido reciclado mixto, consiguen concretos de calidad semejante a los que utilizan áridos habituales en su conjunto.

#### Antecedentes Nacionales

**Pinedo (2019)**, en su investigación “Estudio de resistencia a compresión del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET)), en la ciudad de Tarapoto, 2018”; estableció un diseño con la adición del 5%, 10% y 15% de PET. El concreto patrón dio a los 28 días  $220\text{ kg/cm}^2$ , mientras las muestras adicionadas dieron  $191\text{ kg/cm}^2$ ,  $168.25\text{ kg/cm}^2$  y  $151.31\text{ kg/cm}^2$ , muy debajo de su resistencia a la compresión; concluyendo que en los porcentajes ensayados no deben ser parte de un concreto estructural.

**Veliz y Vásquez (2018)**, en su tesis “Obtención de concreto ligero estructural mediante el uso de aditivos”, de la Univ. Nacional de San Agustín Arequipa, su objetivo fue el obtener concreto ligero estructural utilizando aditivos, este estudio de tipo exploratoria correlacional y de diseño experimental, tuvo una población de estudio referida a la cantidad de probetas desarrolladas, la muestra fue de probetas pequeñas de 4” x 8” y muestreo de 4 diseños proporcionales con aditivo espumante y micro sílice, concluyendo que el CLE manejado en laboratorio es un 72%, más caro que el costo unitario de la muestra patrón.

**Aguilera y Diestra (2017)**, en tesis “Influencia de la fibra PET a partir de botellas recicladas sobre el comportamiento mecánico en un concreto aplicado en prefabricados”, para la Universidad de Trujillo elaboraron concreto de acuerdo a la norma ASTM C-31, con el uso de cemento tipo 1, piedra de 1/2” y árido fino, con una relación de a/c de 0.62 y requerimiento de compresión a los 210 kg/cm<sup>2</sup>. Y con la adición porcentual de PET en 0.5%, 1% y 1.5%. Los resultados dieron que una mayor añadidura de PET el concreto disminuye su performance y resistencia, siendo el más adecuado con la suma del 0.5% de PET ofrecieron resistencias a los esfuerzos de compresión de 232.47 kg/cm<sup>2</sup> y tracción de 25.9 kg/cm<sup>2</sup>, con un revenimiento de 1.9”.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Teorías relacionadas al tema

Fibras: Se utilizaron hace 4000 años en la baja Mesopotamia en la preparación de los adobes, eran hervidos al sol y se construían con pelos de cabra, caballo o paja, al igual que en Egipto que se utilizaba paja para la confección de los ladrillos lo que le daba mayor resistencia.

Polipropileno. - Es un polímero termoplástico extraído de la polimerización del propileno, que es un proceso químico donde los monómeros químicamente se juntan haciendo una molécula de mayor peso, llamada plástico, es usado en una extensa diversidad de utilidad.

Polietileno: Es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el 10 resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización (Sapón, M. 1999, p. 17).

Pavimentos: Son las capas superpuestas de componentes procesados y escogidos que son ubicadas sobre el terreno natural que reciben de manera directa las cargas vehiculares que a su vez son distribuidas de manera homogénea a la subrasante. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, sub - base y capa de rodadura.” (MTC, 2014, pág. 23).



Pavimentos de concreto. Transmiten el peso de los vehículos de modo uniforme a la subrasante debido a su fuerza estructural que tiene, ya que actúa como una losa rígida. El método A.C.I., indica que es un método de dosificación del concreto, cuya mezcla se calcula mediante la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados) tanto en volumetría como en masa, en los estados plástico y endurecido.

El pavimento rígido está compuesto por:

Losa. Revestimiento final de un pavimento rígido, son construidas con concreto simple o reforzadas con acero y contribuye que el esfuerzo sea inferior en las capas inferiores.

Base y Subbase. Su principal tarea es resistir los esfuerzos del peso de los vehículos, como también de aliviar el drenaje, facilitar ayuda equivalente y disminuir el almacenamiento de agua en el pavimento.

La Subrasante. - Capa de suelo natural de la vía altura del corte y relleno en el movimiento de tierras, actúa como apoyo y está conformada por suelos que tengan condiciones aceptables compactadas por capas en perfectas condiciones y no genere desperfecto en las losas.

Características como estructura: Las partes de los pavimentos tienen desperfectos constante y activo, debido a las continuas cargas reiterativas que soporta, variando entre 20 a 40 años su lapso de vida, por lo que debe estar en constante mantenimiento.

Ventajas que ofrece el pavimento rígido: sus ventajas: Coste de conservación bajo, aumento de la visibilidad ya que el concreto refleja luz, no hay hundimiento, no contamina como la mezcla asfáltica, el terreno del concreto puede hacerse resistente según el prototipo de vehículos que van a circular, y se puede restaurar en cualquier estado climático usar aditivos.

Las señalizaciones perduran cuando se colocan sobre el concreto, incluso superan su tiempo útil de diseño.

Deterioros frecuentes en un pavimento rígido:

Escalonamiento. Desperfecto originado por la erosión del agua en la base, por el rompimiento de tuberías, incluso agua de la lluvia ocasionando el desgaste en las juntas o asentamiento en la capa subrasante.

Agrietamiento en esquina.: Inician por la erosión en la base, provocando una falta de soporte de las losas, asimismo por la baja transmisión de carga entre las juntas o las sobrecargas en las esquinas.

Fisuración transversal y longitudinal. Falla debido a que la losa posee una largura y una anchura enorme, también carece de una junta longitudinal al parejo que el deterioro en entrambos sentidos se debe a un diseño imperfecto como el de un espesor menor al pretendido.

Diseño de pavimentos: En los pavimentos rígidos hay variados métodos tal objeto es poder delimitar el grosor de la estructura en base a un perfecto dimensionamiento acatando del tipo de carga que va a aguantar y la labor que va a tener en obra.

Método AASHTO-93: Procedimiento que capta la finalidad de serviciabilidad, en la proyección de pavimentos de manera de otorgar una capa suave y lisa en el transporte del usuario, usándose este como una disposición de su capacidad, su diseño se formula en el desgaste del índice de serviciabilidad (PSI) durante la vida de prestación del pavimento. Es de conocimiento sobre el deterioro del pavimento rígido por los pesos vehiculares, pero también se debe observar variables como el drenaje superficial e interno, temperatura, la pluviosidad, y la calidad de los materiales, entre otros.

El método del PCA-98. (Proceso de diseño de la Asociación del Cemento Portland de los Estados Unidos, expresa dos lógicas de su proceso. La fatiga, generada por la acogida de las cargas de la losa, en la cual estas deben durar en límites admisibles en la aprensión del agrietamiento; y la erosión, que confina los esfuerzos de deflexión en las líneas críticas como, juntas, esquinas y orillas.

Agregados: Material inerte conformante de la mezcla del concreto desplazan en promedio entre el 70 y 75 por ciento del volumen de la mezcla endurecida,

además de la pasta, el agua y vacíos de aire. (Chávez, 2003, pág. 3), generalmente clasificados en gruesos y finos.

Arena o agregado fino: material que pasa la malla del tamiz N° 4, libre de materias orgánicas, limo, polvo, pizarra y álcalis; debe ser durable, fuerte, limpio y duro, no debe sobrepasar más del 5 por ciento de arcilla o limos, ni más de 1.5 por ciento de material orgánico. Los tamaños de sus partículas deben ser menores a 1/4" y su gradación debe cumplir con las solicitudes propuestas en la norma ASTM-C-33-99 (Harmsen, 2002, pág. 12).

Piedra o agregado grueso: material con dimensiones de partículas que se retienen en la malla No 4 su tamaño máximo en el uso de mezcla, esta entre 19 mm o de 25 mm, clasificándose en grava y piedra chancada.

Peso Unitario: Es la relación de división entre el peso de la muestra y su volumen total, asumiendo los vacíos que contiene. (Pasquel Carbajal, 1998, pág. 74)

Peso Específico: conocido como densidad, es el cociente luego de dividir el peso del espécimen entre su volumen sin vacíos, este resultado varía entre 2.5 y 2.7 kg/m<sup>3</sup>. (Pasquel Carbajal, 1998, pág. 74)

Absorción: Fenómeno de capilaridad que presentan las partículas al permitir colmar de agua los vacíos de su interior. Estos poros contienen también aire atrapado. (Pasquel Carbajal, 1998, pág. 76)

Humedad: Cantidad de agua no absorbida por las partículas del árido, situada momentáneamente en la superficie externa del agregado.

Agua: Elemento utilizada en la masa del concreto, que deber será limpia y libre de contaminaciones como el aceite, sales, álcalis y materias orgánicas. (Harmsen, 2002, pág. 13)

Cemento tipo I. Acreditado como cemento universal de uso frecuente ya que todas las edificaciones usan este tipo de cemento a salvo que se precise otro tipo.

Análisis Granulométrico. Mide el reparto según las dimensiones de las muestras de suelo. (MTC E-107, 2016, p. 44). Referencia ASTM D 422.

Contenido de humedad: Parte de agua contenido en una porción del suelo, comparados con su peso en seco. (MTC E-108, 2016, p. 49).

Límite de Consistencia (Atterberg): La ASTM D 4318-84, lo entiende como la evaluación del índice de plasticidad, límite líquido y límite plástico de los suelos, que establecen la facilidad con que la muestra de ese suelo fluye y se deforma relativamente.

Límite Líquido. Es la cantidad de humedad presentada en porcentajes que admite el suelo al momento de su cambio de su etapa plástica a un estado semilíquido. (MTC E-110, 2016, p. 67). ASTM D 4318, AASHTO T 89.

Límite Plástico. Es la humedad más baja con que se alían reducidas muestras de suelo de diámetro de 1/8", presionadas entre un plano liso y el palmoteo con la mano, sin desmoldarla, siendo el límite entre lo semisólido y blando de un suelo al deformarse sin despedazarse (MTC E-111, 2016, p. 72).

Índice de plasticidad. Desigualdad del límite líquido y plástico de una muestra, pero cuando no se pueda determinar ninguno de ellos o el  $LL > LP$ , se nombrará como NP (no plástico) (MTC E-111, 2016, p. 72).

Resistencia a la ruptura: Las estructuras de capas del concreto pavimentado, absorben fuerzas sometidas generalmente a flexión, por lo que es priorizar que su cualidad de resistencia sea de acuerdo con este tipo de fuerzas, por eso en el diseño de un pavimento rígido se toma en cuenta la resistencia del concreto que es sometido al Módulo de Ruptura (MR) y también a la flexión ( $S'c$ ).

Concreto: Material que por inducción humana se asemeja a la roca, esta se produce a través de una mezcla adecuada de cemento y el agua que interactúan químicamente, sumándose agregados pétreos como la piedra, la arena, y aire; para luego endurecerse.

Propiedades físicas y mecánicas del concreto: se muestran dos etapas, concreto fresco y concreto endurecido.

Propiedades del concreto fresco

Trabajabilidad: Es la docilidad con la cual una proporción concluyente de materiales pueden ser mezcladas para constituir el hormigón, de manera que presente ciertas condiciones para la obra. (Rivva, 2000, pág. 205)

Segregación: Desintegración de los componentes del concreto en su forma plástica, cuando el mortero se separa del árido grueso. (Rivva, 2000, pág. 210).

Exudación: Ascenso superficial del agua de la masa de concreto, ocasionado por la sedimentación de los áridos más pesados (Rivva, 2000, pág. 211).

Contracción: Propiedad de la masa del concreto fresco a contraerse por la pérdida de humedad por evaporación.

Propiedades del concreto endurecido

Resistencia: Esfuerzo a la compresión de un concreto, determinado habitualmente a los 28 días. Característica que se realiza en los ensayos de probetas en laboratorio.

Elasticidad: Estiramiento que presenta el concreto a través de acciones de cargas externas alcanzando cierta deformación.

Extensibilidad: Característica de la masa del concreto a deformarse sin presentar agrietamientos.

Asentamiento: Consistencia que presenta el concreto, cuya medición se realiza a través de su revenimiento en el ensayo de Abrams, el cual mide su docilidad que facilita su auto compactación en estado fresco. Este ensayo está certificado por la norma ASTM C143.

### **III.METODOLOGIA**

#### **3.1. Diseño de investigación**

Plan y estructura del estudio creadas para dar respuesta a las interrogaciones de la investigación, como el formular un problema de investigación y de guía para la experimentación, selección y análisis de datos (Kerlinger 2002, p. 83).

Nuestra estrategia es del diseño es experimental, ya que manipularemos las variables independientes como los polímeros reciclados en diferentes dosificaciones a fin de observar su consecuencia en la variable dependiente como es el pavimento rígido.

Tipo de Investigación

Es aplicada, al adicionar el polímero PET reciclado, en la búsqueda de solucionar el problema antes del conocimiento de la razón mundial (Borja, 2012, pág. 10), De

la realización de los ensayos obtendremos datos comparativos en la exploración y solución al problema formulado.

Enfoque de investigación

Es cuantitativa, porque tratamos de validar empíricamente la hipótesis donde se estima y fundamenta a través de un método estadístico, que es fundamental para la construcción y aplicación de procedimientos como la validez y confiabilidad de las pruebas realizadas y resultados obtenidos (Tamayo 1987, p. 76).

Nivel de investigación

La investigación tiene un diseño descriptivo, se ha seleccionado y medido cada una de las dosificaciones porcentuales del polímero PET y su influencia en el pavimento rígido a desarrollar en los ensayos.

### 3.2. Variables, Operacionalización

Variables

- . **V.I:** Polímeros reciclados (PET)
- . **V.D:** Diseño de mezcla de un pavimento rígido.

Polímeros reciclados (PET)

Definición conceptual

Polietilentereftalato (PET): Es un polímero sintético termoplástico que se alcanza por polimerización del etileno. Los diferentes tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de variadas condiciones de operación, realizadas en la reacción de su polimerización (Sapón, M. 1999, p. 17). El PET es un polímero del conjunto poliéster derivado de una reacción entre un di-ácido y un di - alcohol, su medio semi-cristalino consigue diversas propiedades físicas y mecánicas que concuerdan en la elaboración de fibras, películas, botellas y disímiles partes moldeadas (Parthasarathy Pattabiraman, et, al 2005). Es un plástico de alta eficacia,

Las botellas de PET, consiguen ser restituidas y recicladas, por ser de material termoplástico. Esta causa de reutilización (ver figura 1), es mecánica y se inicia de

una adecuada elección de botellas para luego ser molidas. Las hojuelas de PET adquiridas se convierten en fibras seccionas geométricas de poliéster. El reciclado de botellas PET ayuda a resguardar nuestro ambiente, su elaboración procede del petróleo, gas y aire en razones estimadas del 64%. 23% y 13%, respectivamente. (Mansilla y Ruiz, Reciclaje de botellas PET para obtener fibra de poliéster, 2009).



**Figura 1.** Botellas PET en reciclaje.

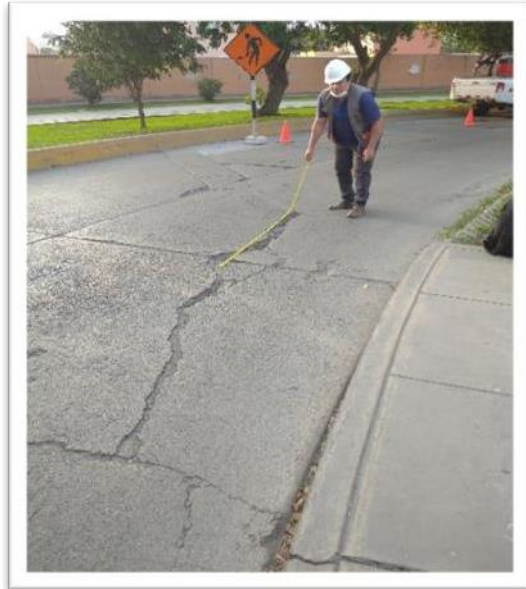
Tereftalato de polietileno (PET): Plástico de alta disposición que se identifica con las siglas PET, utilizado comercialmente para la fabricación de envases.

Diseño de mezcla de un pavimento rígido.

Definición conceptual

Dichos pavimentos tienen el porte de transferir el peso de los vehículos de manera uniforme a la subrasante debido a su fuerza estructural que posee, ya que actúa como una losa rígida. El método A.C.I., indica que su dosificación del concreto, se calcula mediante la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados) tanto en volumetría como en masa, en los estados plástico y endurecido. El análisis de actuación de la carga vehicular sobre la losa es mediante la capacidad que tiene está de doblarse y resistir la fuerza a la flexión, en el pavimento rígido se hace mediante el uso de la teoría de placas a diferencia del pavimento flexible que

utiliza la teoría de capas. Estructura del pavimento rígido: son la losa de concreto, Subbase, y Subrasante. Se observa en la figura 2 mal estado de pavimento.



**Figura 2.** Pista de concreto.

#### Operacionalización de variables

Se relacionará los conceptos de la investigación por medio de las definiciones operacionales, descritas desde un plan teórico y procedimientos que faciliten su comprensión (Tamayo 1987, p. 102). Las acciones se enuncian en la tabla 1



Tabla 1. Operacionalización de la variable Independiente: Polímero Reciclado.

<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>						
"Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido. Avenida Los Andes – Lima 2020"						
<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</b>						
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>Variable independiente</b>						
<b>Polímero PET reciclado</b>	El polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización (Sapón, M. 1999, p. 17).	Se cortarán en secciones geométricas las botellas de PET, cuyas fibras se reutilizarán mecánicamente en proporciones de dosificación por metro cúbico de concreto. De manera que en la mezcla presente una trabajabilidad ensayada a través del cono de Abrams, demostrando su consistencia.	Propiedades de las Fibras en estado plástico y en estado endurecido en el concreto	Geometría de las fibras.	Razón	Ficha técnica / Formato de Registro
				Añadidura del 1.0%, 1.5% y 2.5% de fibras PET por m3 de concreto		
				Slump de consistencia del concreto		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 2.** Operacionalización de la variable Dependiente: Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido.

Variable dependiente	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
<b>Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido</b>	<p>Estos pavimentos tienen el porte de transmitir el peso de los vehículos de forma uniforme a la subrasante debido a su fuerza estructural que posee, ya que actúa como una losa rígida. El método A.C.I., indica que es un método de dosificación del concreto, cuya mezcla se calcula mediante la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados) tanto en volumetría como en masa, en los estados plástico y endurecido. Para hacer un análisis de cómo actúa la carga vehicular sobre la losa es mediante la capacidad que tiene está de doblarse y resistir la fuerza a la flexión, en el pavimento rígido se hace mediante el uso de la teoría de placas a diferencia del pavimento flexible que utiliza la teoría de capas.</p>	<p>Los elementos de diseño de pavimentos pueden verse en condiciones de granulometría de los agregados componentes, su relación de agua - cemento y las características de sus propiedades en su proceso de diseño. Alcanzando dos criterios. La fatiga que recibe las cargas de la losa de concreto donde estas deben permanecer en límites admisibles, en la aprensión del agrietamiento; y la erosión, que confina los esfuerzos de deflexión en franjas críticas como: esquinas y juntas. Cuyas diferencias son cuantificables a través de los ensayos en el laboratorio.</p>	Calidad de agregados	Granulometría de los agregados pétreos	Razón	Ficha técnica / Formato de Registro
				Modulo y Fineza		
				Humedad		
				Relación a/c		
			Métodos de ensayos mecánicos .	Ensayos de resistencia a la compresión		
				Ensayos de resistencia a la Flexión		
Ensayos de resistencia a la Tracción						

**Fuente:** Elaboración Propia.

“Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido. Avenida Los Andes – Lima 2020”

Figura 3. Matriz de consistencia.

“Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido. Avenida Los Andes – Lima 2020”									
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente						
¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría la resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	Determinar de qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	: La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, se relaciona de manera significativa para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	<b>Polímero PET reciclado</b>	El polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización (Sapón, M. 1999, p. 17).	Se cortarán en secciones geométricas las botellas de PET, cuyas fibras se reutilizarán mecánicamente en proporciones de dosificación por metro cúbico de concreto. De manera que en la mezcla presente una trabajabilidad ensayada a través del cono de Abrams, demostrando su consistencia.	Propiedades de las Fibras en estado plástico y en estado endurecido en el concreto	Geometría de las fibras. Añadidura del 1.0%, 1.5% y 2.5% de fibras PET por m3 de concreto Slump de consistencia del concreto	Razón	Ficha técnica / Formato de Registro
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable dependiente	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
1. ¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría la trabajabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	1. Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la trabajabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	1.-La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la trabajabilidad para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	<b>Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido</b>	Estos pavimentos tienen el porte de transmitir el peso de los vehículos de forma uniforme a la subrasante debido a su fuerza estructural que posee, ya que actúa como una losa rígida. El método A.C.I., indica que es un método de dosificación del concreto, cuya mezcla se calcula mediante la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados) tanto en volumetría como en masa, en los estados plástico y endurecido. Para hacer un análisis de cómo actúa la carga vehicular sobre la losa es mediante la capacidad que tiene está de doblarse y resistir la fuerza a la flexión, en el pavimento rígido se hace mediante el uso de la teoría de placas a diferencia del pavimento flexible que utiliza la teoría de capas.	Los elementos de diseño de pavimentos pueden verse en condiciones de granulometría de los agregados componentes, su relación de agua - cemento y las características de sus propiedades en su proceso de diseño. Alcanzando dos criterios. La fatiga que recibe las cargas de la losa de concreto donde estas deben permanecer en límites admisibles, en la aprensión del agrietamiento; y la erosión, que confina los esfuerzos de deflexión en franjas críticas como: esquinas y juntas. Cuyas diferencias son cuantificables a través de los ensayos en el laboratorio.	Calidad de agregados	Granulometría de los agregados pétreos	Razón	Ficha técnica / Formato de Registro
2. ¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	2. Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	2. La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la estabilidad para mejorar las su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.					Modulo y Fineza		
							Humedad		
3. ¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría en la resistencia a la flexo tracción del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	3. Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia a la flexo tracción del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	3. La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la resistencia a la flexo tracción para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	Métodos de ensayos mecánicos	Ensayos de resistencia a la compresión					
				Ensayos de resistencia a la Flexión					
				Ensayos de resistencia a la Tracción					

Fuente: Elaboración Propia.

## Indicadores de proporciones del PET

**Tabla 3.** Cuadro de Proporciones de antecedentes de investigaciones.

Investigador/adiciones	Fibras Poliméricas recicladas sobre el peso de la muestra	Poliétileno Tereftalato en reemplazo del ácido	Nano compuestos de carbono adicionado	Fibras de polipropileno / fibras metálicas por metro cúbico	Poliétileno Tereftalato adicionado
Lugo y Torres (2019),	96 kg y 110 kg				
Acevedo y Posada (2018)		5%-10%-15%-20%			
Botto y Santacruz (2017),			0.05%-0.10%-0.15%		
Jovells (2016)				10kg-30kg	
Aguilera y Diestra (2017)					5%-10%-15%

**Fuente:** Elaboración Propia

El cuadro de Antecedentes presenta proporciones de diseño de autores similares a nuestra investigación por lo que nuestro estudio asumió las adiciones al 1% (3,8 kg), 1.5%(5,7 kg) y 2,5 (9,45%)

### 3.3. Población, muestra

#### Población

Según (Vara Horna, 2015, p. 221), menciona que la población: "Es el conjunto de todas las personas (aparatos, seres humanos, documentos, información, eventos, agencias, situaciones y muchos otros) para investigar.

La población tomada está ubicada en el distrito de Pueblo Libre, que presenta en varias de sus calles la construcción antigua con pavimentos rígidos.

#### Muestra

De acorde con (Hernández Sampieri, 2015, p. 173), define que el patrón: "Es un subgrupo de la población que necesita ser definido o delimitado anteriormente con precisión, esto debería ser un consultor de la población declarada".

En nuestro estudio ha sido escogido en forma arbitraria y está indicado en la Avenida Paseo de Los Andes, en el distrito de Pueblo Libre - Lima.

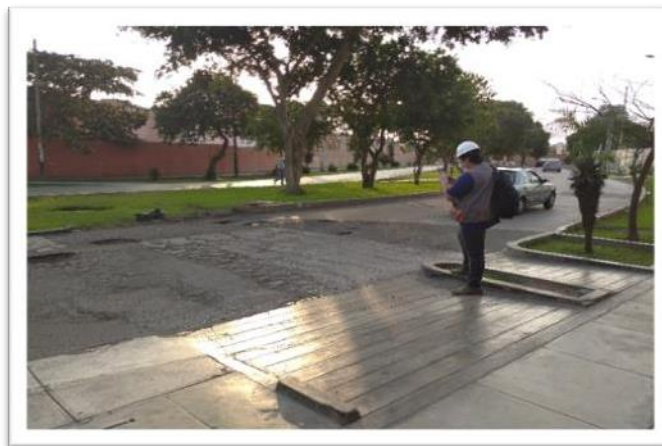
#### Muestreo

Según Mata et. al (1997) nos dice que el muestreo es la técnica utilizada para elegir los componentes de la muestra de la población total (p. 19). En nuestro estudio está indicado en la Avenida Paseo de Los Andes cuadra 6 en el distrito de

Pueblo Libre – Lima, ver figura 3 y 4, definido de acuerdo a nuestra concepción crítica de cambios de la estructura de su pavimentación actual.



**Figura 4.** Zona de investigación.



**Figura 5.** Agrietamiento de la Av. Paseo de los Andes.

**Unidad de análisis:** Serán a través de los diferentes ensayos que se desarrollarán a los especímenes preparados.

E1: Mezcla de concreto básico matriz de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

E2: Concreto básico matriz con la añadidura de fibras de polímero PET, al 1.0%.

E3: Concreto básico matriz con la añadidura de fibras de polímero PET, al 1.5%.

E4: Concreto básico matriz con la añadidura de fibras de polímero PET, al 2.5%.

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

#### Técnicas

La estandarización de la recolección de información se basa en los instrumentos, siendo los datos obtenidos por observación, medición y documentación (Sampieri, 2014, p. 14).

La investigación será a través de la observación directa con los análisis de resultados de los ensayos, cuya adición del polímero generará nuevas alternativas de su uso en proporciones diseñadas y estudiadas por diferentes autores. Esta recolección se visualizará en la tabla 3, por intermedio de formatos y fichas técnicas.

**Tabla 4.** *Técnicas e instrumentos a emplear.*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Análisis de características físicas de los agregados a emplear	Formato de análisis granulométricos
Método ACI-211	Ficha técnica del diseño de mezcla
Propiedades del concreto fresco	Formato de Ensayos de consistencia
Propiedades del concreto endurecido	Formatos de Ensayos a la Compresión, flexión y Tracción

**Fuente:** Elaboración Propia

#### Validación

Se basa en la aprobación del flujo de actividades técnicas del estudio por intermedio de un juicio de expertos, esta documentación se registrará para

luego exponerla en los ensayos correspondientes de suelos y concreto, los cuales se efectuarán en un Laboratorio con los debidos equipos calibrados y certificados por INACAL.

### 3.5. Procedimientos

El flujo de la recopilación de la información se basará en cuatro fases en concordancia con los objetivos propuestos:

**Primera fase:** Se recopilará la identificación de la zona de estudio, con la recogida de información que antecederá al diseño del pavimento en los hallazgos que mejorarán su resistencia y durabilidad.

**Segunda fase:** Selección de polímeros reciclados, conforme a lo establecido en su hoja técnica. Inicio con los análisis de los agregados a fin de determinar el diseño de la mezcla básica matriz.

**Tercera fase:** Desarrollo de los ensayos del cono de Abrams, para la determinación de la trabajabilidad de las muestras.

Empleo de las técnicas de ensayos de resistencia a la compresión, para determinar la durabilidad del nuevo diseño de pavimento.

Para seguir con los ensayos de flexo tracción a fin de hallar el último efecto residual del concreto ante cargas externas vehiculares.

**Cuarta fase:** Análisis de resultados de las diferentes pruebas ejecutadas, para discutir las con lo realizado por otros autores descritos en los antecedentes de esta investigación, para luego llegar a conclusiones y recomendaciones futuras cercanas en la posibilidad de amplitud del tema estudiado.

### 3.6. Métodos de análisis de datos

Los resultados de los ensayos del laboratorio se explicarán a base de curvas e histogramas, que interpretarán las características del elemento ensayado, para luego ser contrastados con la demostración o negación de la hipótesis planteada.

Estos procesos se analizarán consecuentemente mediante el uso de software de estadística como el SPSS, Microsoft Excel, Ms Project entre otros.

### 3.7. Aspectos éticos

Toda la información proveniente de esta investigación será llevada a cabo con moralidad y valores inculcados al estudiante, respetando la autoría de otros estudios y conceptos generalizados nombrados en esta redacción.

Los resultados del estudio ofrecerán información fidedigna proporcionada por entidades con equipos certificados por INACAL.



## IV. RESULTADOS.

Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio es uno de los distritos de mayor afluencia vehicular

Distrito: Pueblo Libre

Provincia: Lima

Departamento: Lima



**Figura 6.** Vista aérea de la Av. Paseo de los Andes.

Características del diseño vial Clasificación

Por su función es una red vial secundaria, mientras por su demanda es de Segunda clase, dado que tienen un IMDA entre 2000 y 400 veh. /día.

Diseño de la dosificación de requerimiento de concreto

El ACI 211.1 y la ASTM C33, son las normas establecidas y tomadas para este diseño de mezcla, en cuanto a los materiales estos fueron abastecidos de

proveedor del Laboratorio que a su vez realizó los análisis granulométricos que corresponden de acuerdo a normas.

El cemento utilizado es del tipo 1 abastecido de la fábrica de cementos Sol, y continuando con esta dosificación de la mezcla la resistencia a la compresión requerida promedio  $f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

Análisis granulométrico para la determinación del diseño

a) Análisis Granulométrico Global

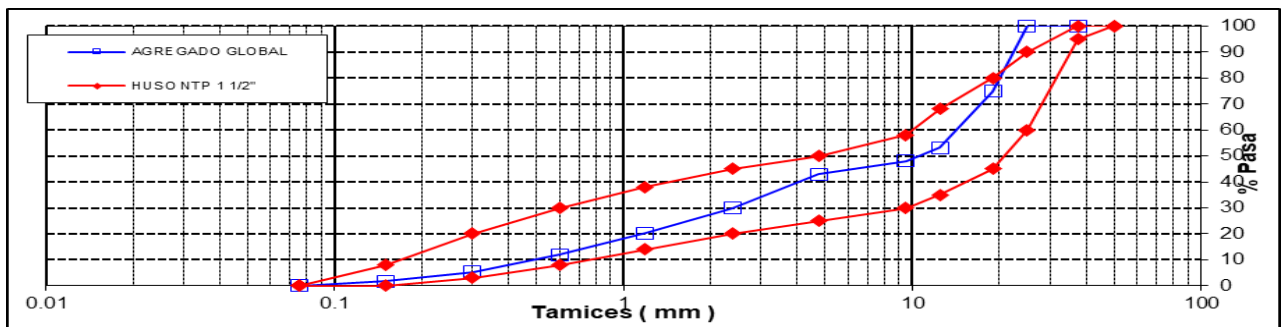
Se observa las propiedades de los agregados grueso y fino para el diseño de mezcla, conforme a la siguiente tabla 5.

**Tabla 5.** Análisis Global de los agregados.

( Pulg )	( mm )	RET.	ACUM.	PASA	HUSO NTP 1 1/2"
2 1/2"	63				
2"	50				100 - 100
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0	95 - 100
1"	25	0.0	0.0	100.0	60 - 90
3/4"	19	25.2	25.2	74.8	45 - 80
1/2"	12.5	21.6	46.8	53.2	35 - 68
3/8"	9.5	5.2	52.0	48.0	30 - 58
N°4	4.75	5.1	57.1	42.9	25 - 50
N°8	2.38	13.0	70.1	29.9	20 - 45
N°16	1.19	9.7	79.8	20.2	14 - 38
N°30	0.60	8.2	88.0	12.0	8 - 30
N°50	0.30	6.7	94.7	5.3	3 - 20
N°100	0.15	3.6	98.3	1.7	0 - 8
FONDO		1.7	100.0	0.0	0 - 0

**Fuente:** Laboratorio JCH (2021).

b) Curva Granulométrica



**Figura 7.** Curva de los Agregados Globales.

c) Propiedades Físicas

En la tabla 6 finalmente los resultados de las propiedades físicas de la granulometría global.

**Tabla 6.** *Proporciones físicas de la granulometría global.*

Tamaño Nominal Máximo	3/4"
Módulo de Finura.	5.65
% Agregado grueso	53%
% Agregado fino	47%

**Fuente:** Laboratorio JCH (2021).

La tabla 5, establece las proporciones adecuadas para el diseño de la mezcla requerida, con un agregado grueso de tamaño máximo de 3/4" y con un 6% más de diferencia entre agregados.

Estimación de la relación de agua cemento (a/c)

Es de suma importancia esta relación, debido a que cuanto demasiada cantidad de agua exista en la mezcla esta presentara mayor fluidez, pero su exceso baja su resistencia. En la determinación de los valores observaremos en la tabla 6 lo descrito por Niño Hernández en su libro de Tecnología del concreto.

**Tabla 7.** *Relación a/c a emplear.*

**RELACIÓN DE AGUA/CEMENTO**

PROYECCION DE RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS		
Resistencia en Kg/cm <sup>3</sup>	concreto sin inclusión de aire	concreto con inclusión de aire
175	0.65	0.56
210	0.85	0.5
245	0.52	0.46
280	0.47	0.42
315	0.43	0.38
350	0.40	0.35

**Fuente:** Tecnología del concreto – Niño Hernández

## Diseño de concreto básico matriz y adicionados

Rivva (2017), formula una resistencia requerida que ha sido tomada en este estudio, estableciéndose un  $f'c=210 + 70 \text{ kg/cm}^2$  como factor de seguridad, cuyas proporciones se describe en la tabla 7.

**Tabla 8.** *Diseño estimado de concreto  $f'c=210$ .*

CONCRETO	$f'c = 210$			
	NATURAL	PET 1.0%	PET 1.5%	PET 2.5%
CEMENTO	382 kg	380 kg	382 kg	378 kg
ARENA	761 kg	763 kg	761 kg	759 kg
PIEDRA	924 kg	926 kg	924 kg	920 kg
AGUA	230 lt	230 lt	230 lt	228 lt
PET		3.8 kg	3.8 kg	9.45 kg

**Fuente:** Laboratorio JCH (2021).

**Del Objetivo general,** se precisa específicamente el diseño de concreto con mayor trabajabilidad, en concordancia con lo dispuesto en las normas, seguidamente se realizaron las pruebas de roturas de los especímenes a los 7, 21 y 28 días, finalmente para las pruebas de tracción se optó por la que mejor resistencia presento para las roturas en forma diametral para las muestras cilíndricas y para la flexión bajo la norma ASTM C78 nos permitió halla su módulo de rotura tanto para el diseño de concreto natural versus la muestra adicionada, lo cual se manifiesta en los resultados de los objetivos específicos, en demostración tanto de su resistencia como su durabilidad.

**Del objetivo específico 1:** La trabajabilidad de las muestras se efectuaron a través de los resultados obtenidos en los ensayos con el cono de Abrams.

## Ensayos del concreto fresco o en estado plástico

Hallada la dosificación requerida se procedió con los ensayos de asentamientos con el equipo del cono de Abrams, explicada en los resultados de la siguiente tabla 8 de asentamientos (revenimientos).

**Tabla 9.**Tipos de consistencias según revenimientos de diseño.

CONSISTENCIA	REVENIMIENTO
SECA	0" (0mm) a 2" (50mm)
PLÁSTICA	3" (75mm) a 4" (100mm)
FLUIDA	> 5" (125mm)

**Fuente:** ACI 211.2

**Tabla 10.**Establece los resultados del ensayo con el cono de Abrams.

**T Resultados del asentamiento**

MUESTRA	ASENTAMIENTO
Slump Natural	10cm
Slump 1%	9.5 cm
Slump 1,5%	9.0 cm
Slump 2.5%	7.5 cm

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a lo establecido por el Comité ACI 211.2, el revenimiento de la mezcla en el cono de Abrams será de 3" a 4", procediéndose a mezclar en un trompo de 3p3.



**Figura 8.**Ensayo con el cono de Abrams.



**Figura 9.** Mezcla del concreto.

Del **objetivo 2**, las pruebas ejecutadas en el laboratorio mostraron una secuencia ascendente en la mejora de la resistencia requerida según la dosificación de diseño, lo cual se presenta en las siguientes tablas.



**Figura 10.** Probetas preparadas para la rotura.



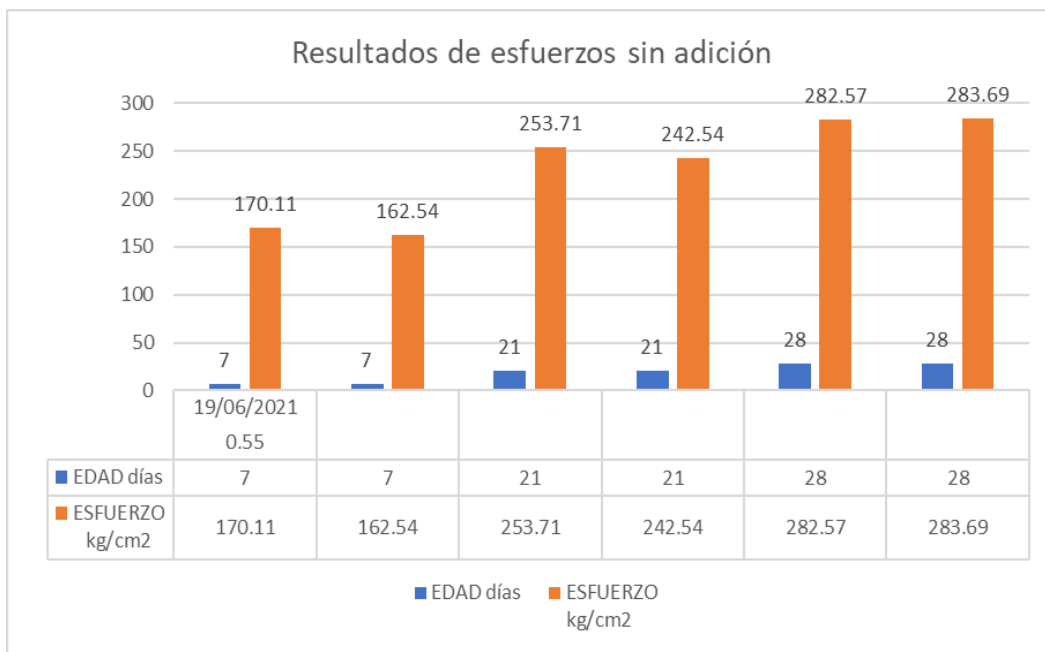
Ruptura de concreto básico matriz E1 de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 11.** Resultados de ruptura del concreto básico.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$	TIPO FALLA	FUERZA MÁXIMA Kg
0.55	19/06/2021	7	170.11	2	166.33
		7	162.54	2	
		21	253.71	1	248.12
		21	242.54	1	
		28	282.57	1	283.13
		28	283.69	4	

**Fuente:** Elaboración propia

Producto de la tabla 9 se visualiza la figura 7 sobre los resultados.



**Figura 11.** Resultados Ensayo del concreto básico matriz.

**Fuente:** Elaboración Propia

Se puede observar la ascendencia de la resistencia a la compresión del concretobásico matriz alcanzando hasta  $f'c=283.13 \text{ kg/cm}^2$  en promedio.

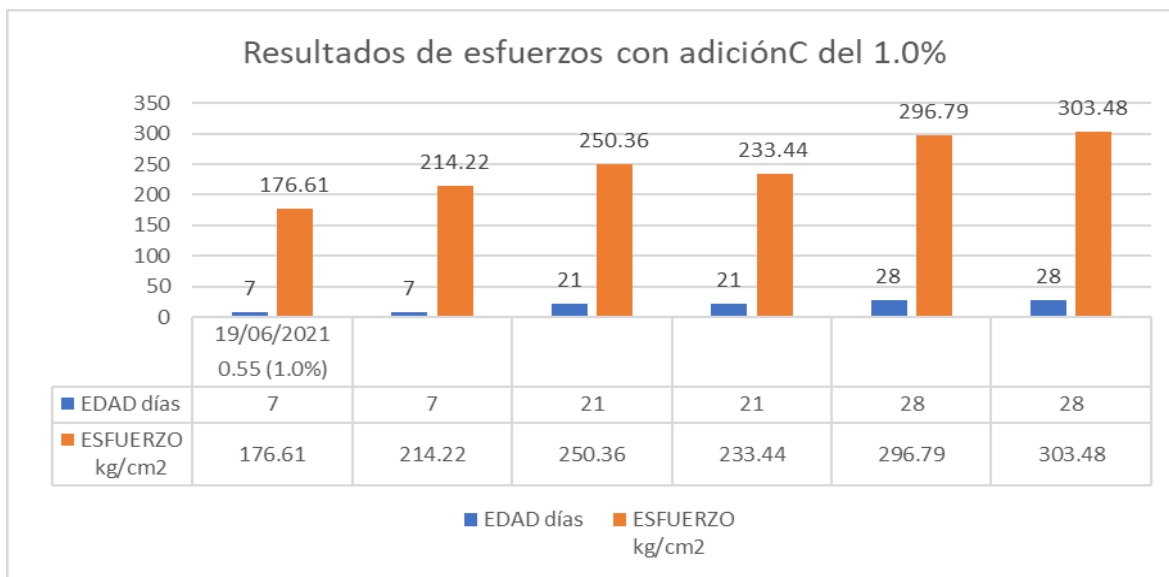
Ruptura de concreto básico matriz + fibras de polímero PET, al 1.0%.

**Tabla 12.** Resultados de ruptura del concreto básico + 1.0% PET.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA	FUERZA MÁXIMA Kg
0.55 (1.0%)	19/06/2021	7	176.61	4	195.42
		7	214.22	2	
		21	250.36	2	241.90
		21	233.44	1	
		28	296.79	3	300.14
		28	303.48	3	

**Fuente:** Elaboración propia

Producto de la tabla 9 se visualiza la figura 8 sobre los resultados



**Figura 12.** Resultados Ensayo del concreto básico+1.0% de PET.

**Fuente:** Elaboración Propia

Se puede observar la ascendencia de la resistencia a la compresión del concreto básico matriz + el 1.0% de PET, alcanzando hasta  $f'c=303.48$  kg/cm<sup>2</sup> en promedio.



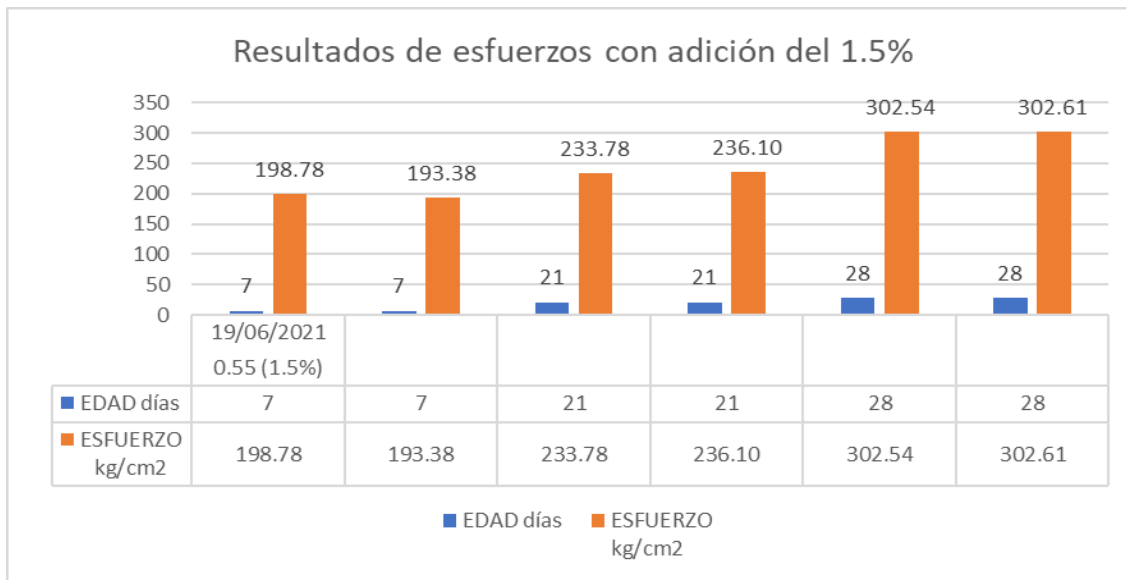
Ruptura de concreto básico matriz + fibras de polímero PET, al 1.5%.

**Tabla 13.** Resultados de ruptura del concreto básico + 1.5% PET.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA	FUERZA MÁXIMA Kg
0.55 (1.5%)	19/06/2021	7	198.78	2	196.08
		7	193.38	6	
		21	233.78	2	234.94
		21	236.10	2	
		28	302.54	3	302.57
		28	302.61	3	

**Fuente:** Elaboración propia

Producto de la tabla 9 se visualiza la figura 9 sobre los resultados.



**Figura 13.** Resultados Ensayo del concreto básico matriz+1.5% de PET.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se puede observar la ascendencia de la resistencia a la compresión del concreto básico matriz + el 1.5% de PET, alcanzando hasta  $f'c=302.61$  kg/cm<sup>2</sup> en promedio.

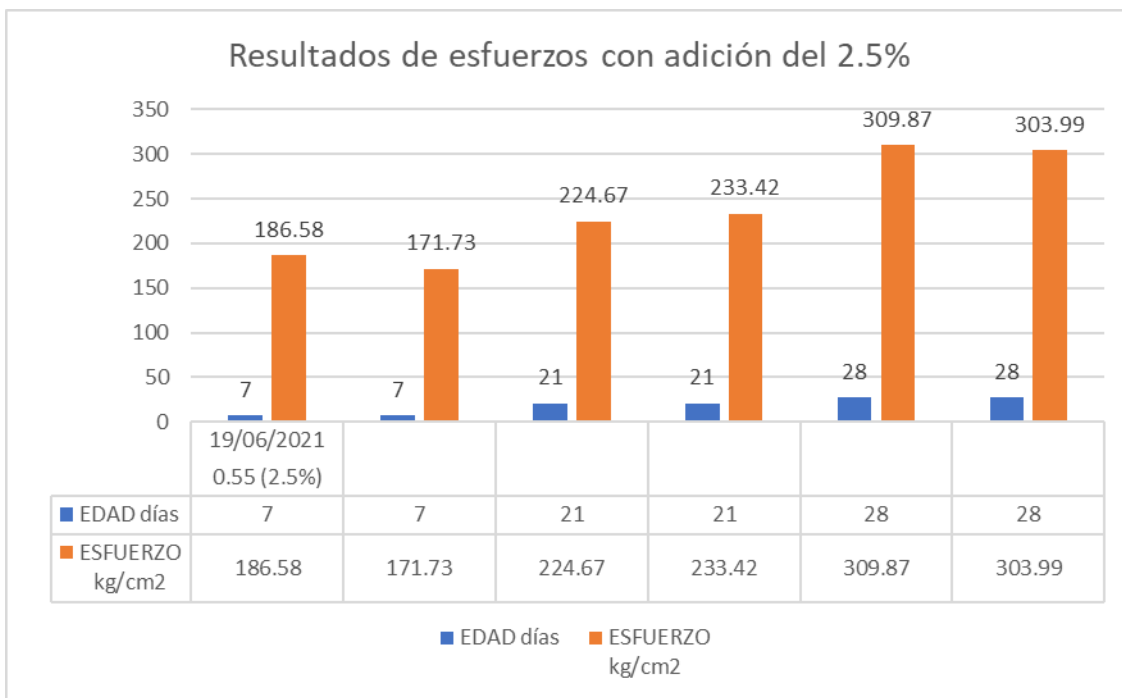
Ruptura de concreto básico matriz + fibras de polímero PET, al 2.5%.

**Tabla 14.** Resultados de ruptura del concreto básico + 2.5% PET.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN a/c	FECHA DE VACIADO	EDAD días	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA	FUERZA MÁXIMA Kg
0.55 (2.5%)	19/06/2021	7	186.58	2	179.15
		7	171.73	2	
		21	224.67	2	229.05
		21	233.42	2	
		28	309.87	3	306.93
		28	303.99	3	

**Fuente:** Elaboración propia

Producto de la tabla 9 se visualiza la figura 10 sobre los resultados.



**Figura 14.** Resultados Ensayo del concreto básico matriz+2.5% de PET.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se puede observar la ascendencia de la resistencia a la compresión del concreto básico matriz + 2.5% de PET, alcanzando hasta  $f'c=306.93$  kg/cm<sup>2</sup> en promedio.

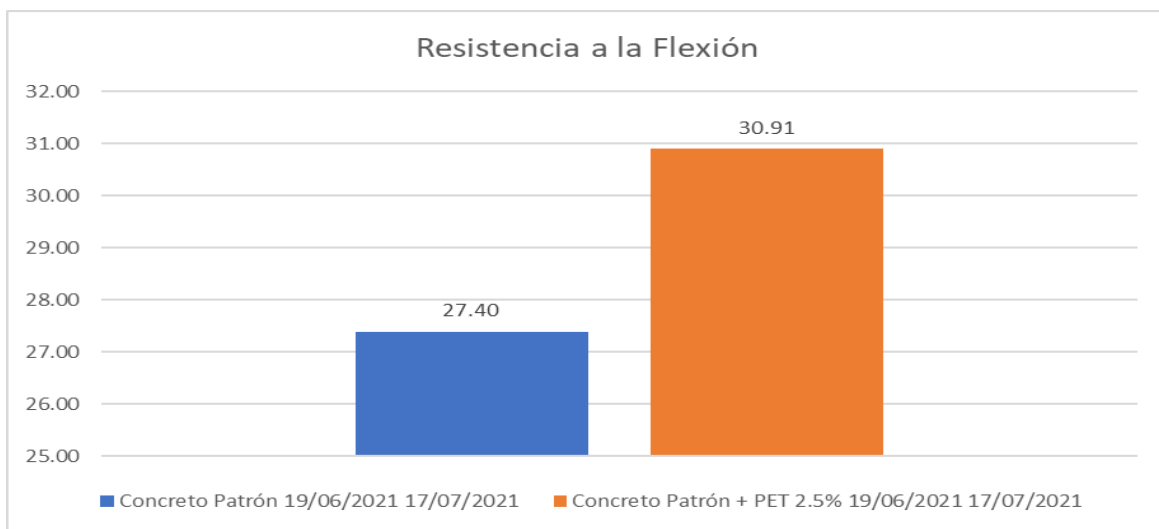
Del objetivo 3, para la resistencia a la flexión se efectuó los ensayos con rupturas de probetas de molde tipo viga que se muestran a continuación en la tabla 12. El tiempo de fraguado llegó hasta los 28 días.

**Tabla 15.** Resultados de ensayos de flexión de muestras a los 28 días.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78									
IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
Concreto Básico	19/06/2021	17/07/2021	28	15.3	15.5	51.2	45	TERCIO CENTRAL	27.40
Concreto Básico + PET 2.5%	19/06/2021	17/07/2021	28	15.1	15.2	50.5	45	TERCIO CENTRAL	30.91

**Fuente:** Elaboración propia

Producto de la tabla 12 se visualiza la figura 11 sobre los resultados.



**Figura 15.** Resultados de la prueba de resistencia a la flexión.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Los valores hallados son para el concreto básico de 27.40kg/cm<sup>2</sup> y para el adicionado con 2.5% de PET 30.91 kg/cm<sup>2</sup>m que define una diferencia del 11.36%.

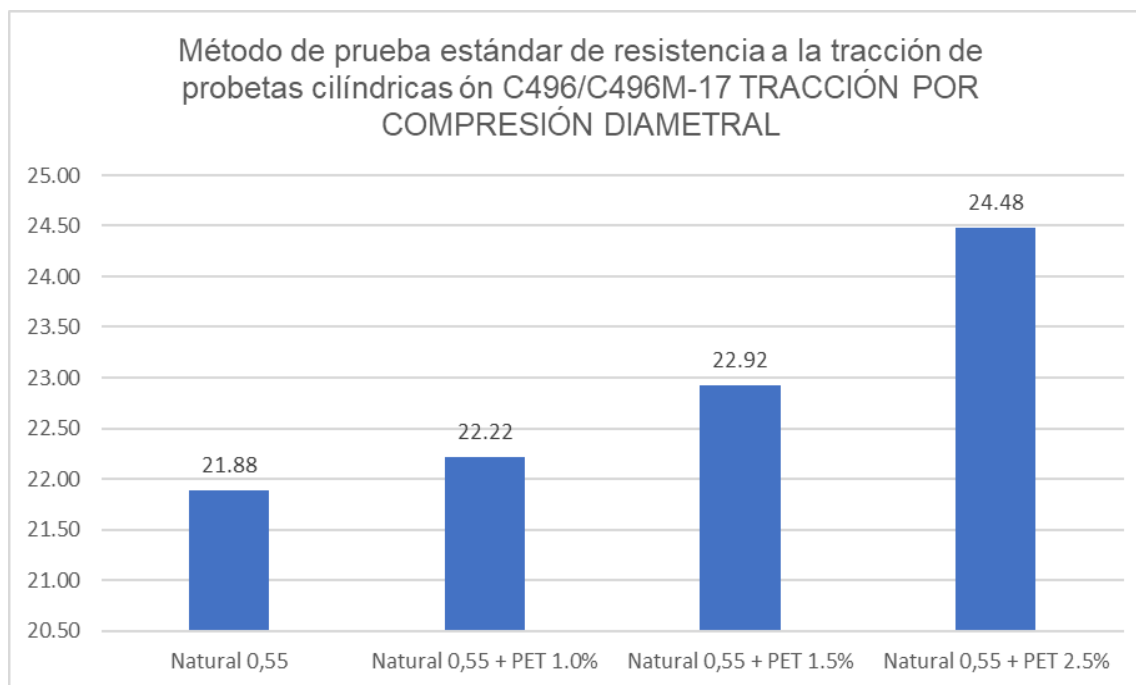
Las pruebas de tracción por compresión diametral dieron por resultados la rotura de las muestras cilíndricas tal como se aprecia en la siguiente tabla 13.

**Tabla 16.** Resultados de ensayos de Tracción de muestras a los 28 días.

Método de prueba estándar para dividir la resistencia a la tracción de probetas cilíndricas de hormigón C496/C496M-17							
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Natural 0,55	19/06/2021	17/07/2021	28	30.3	15.17	15799.15	21.88
Natural 0,55 + PET 1.0%	19/06/2021	17/07/2021	28	30.5	15.17	16146.73	22.22
Natural 0,55 + PET 1.5%	19/06/2021	17/07/2021	28	30.81	15.2	16860.24	22.92
Natural 0,55 + PET 2.5%	19/06/2021	17/07/2021	28	30.31	15.22	17740.92	24.48

**Fuente:** Elaboración propia

Producto de la tabla 13 se visualiza la figura 10 sobre los resultados.



**Figura 16.** Resultados de la prueba de resistencia a la tracción.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Los valores hallados son para el concreto básico de 21.88 kg/cm<sup>2</sup> y para el adicionado con 1.0% de 22.22 kg, 1.5% de 22.92 kg y de 2.5% de 24.48 kg de PET que define una diferencia mayor del 10.62% con la adición de 2.5% de PET.

## V.D ISCUSIÓN.

En lo descrito por Acevedo y Posada (2018), respecto al uso de PET como reemplazo del agregado fino, en la dosificación de un concreto con adiciones del 5%, 10%, 15% y 20%, esta última adición redujo el esfuerzo a la compresión, situación por lo que recomendó el uso del 15%, ofreciendo una buena manejabilidad, nuestra investigación está de **acuerdo** ya que se llevó a cabo pruebas con el ensayo del cono de Abrams donde se observó la trabajabilidad que presentaba el concreto al mostrar revenimientos de hasta 2.5", definiéndose como mezcla seca.

Mientras Borralleras et. al (2018), usó superplastificantes debido al comportamiento reológico de la mezcla con presencia de una reducción plástica, conducta que se observó en este estudio con la presencia de adiciones que manifestaban un asentamiento casi rígido en el ensayo con el cono de Abrams.

Para Lugo y Torres (2019), en su estudio observó la eficacia de la adición de fibras entre 96 y 110 kg en mejora de su resistencia a la compresión y tracción, más aún asevero que al aumento de fibra en el ensayo de flexión este presentó mayores resistencias a la flexión, nuestra investigación **concorda** hasta el límite del uso de fibras de PET del 2.5% observándose una mejora de 11.36% respecto al concreto básico matriz.

Por otro lado, las ingenieras Botto y Santacruz (2017), usaron nanocompuestos de carbono estos presentaron rechazo al agua forzando a usar un aditivo dispersante para su interacción. Situación **no concordante** con este proyecto que empleó las fibras PET, que mostraron un comportamiento elástico como parte del cementante de la mezcla ofreciendo una mayor resistencia a la flexión.

El estudio de Jovells (2016), exploró la utilización del polipropileno con los resultados positivos de aumento del comportamiento plástico con el uso del 10kg de fibras por m<sup>3</sup> de concreto, exposición coincidente con los resultados de nuestra investigación que usó el 2.5% de PET.

Mientras que, en Tarapoto, Pinedo (2019) sostuvo el no uso estructural del concreto adicionado del 5%, 10% y 15% de plástico reciclado, por lo que nuestro estudio discierne avalando el uso del 2.5% de PET, con resultados que llegan hasta con  $f'c=306.93$  kg/cm<sup>2</sup>, sobre el concreto básico matriz de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

El uso de añadidos en la tesis de Veliz y Vásquez (2018), como el aditivo espumante y sílice, elaborando un concreto estructural ligero concluyo que su elaboración estaba un 72% más que la muestra patrón, expresión No concordante con nuestra investigación ante el uso de materiales recuperados como el PET.

En lo presentado por Aguilera y Diestra (2017) en su dosificación obtuvieron una relación a/c de 0.64 para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> y adiciones del 0.5%, 1% y 1.5%, encontrando un bajo performance al aumentas las adiciones, situación No concordante en nuestra investigación, que si tuvo resultados positivos con la añadidura del 2.5% de PET, esta situación relevante conduce a realizar mayores ensayos con los controles adecuados y normalizados para una mejor disolución

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la añadidura de las fibras plásticas recicladas PET y recortadas en dimensiones de 50mm. x 4 mm. generan a la mezcla en estado fresco una consistencia seca, incidiendo en su relación óptima de agua y cemento en 0.55 a los 28 días.

Se concluye que en los ensayos de roturas del concreto básico matriz de  $f'_c=283.13$  kg/cm<sup>2</sup> versus los de añadiduras en 1%, 1.5% y 2.5% generan al concreto en estado endurecido una mayor resistencia a la compresión entre 300.14 kg/cm<sup>2</sup>, 302.57 kg/cm<sup>2</sup>. 306.93 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente ofreciendo un 7.8% más de resistencia con el de 2.5% De PET.

Se concluye en los esfuerzos de Flexión la atribución que toma el concreto con 2.5% de PET es de 30.91 kg/cm<sup>2</sup>m que define una diferencia del 11.36%, respecto al concreta matriz de 27.40kg/cm<sup>2</sup>.

Se concluye en los esfuerzos de Tracción la atribución que toma el concreto con 2.5% de PET es de 24.48 kg/cm<sup>2</sup>, que define una diferencia mayor del 10.62%, respecto al concreta matriz de 21.88 kg/cm<sup>2</sup>.

Se concluye que los pavimentos de concreto presentan gran estabilidad, siendo susceptibles a las fuerzas de flexión y tracción por la creciente carga vehicular que producen fisuras y roturas malogrando estas vías.

Se concluye que esta investigación con la adición de fibras de plástico reciclados, expresa un aporte a la estructura del pavimento de concreto al influenciar notoriamente en sus propiedades mecánicas.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda mayores análisis que permitan ampliar la frontera de desarrollo de estas añadiduras de manera hacer sostenible el uso de material reciclado.
- Se recomienda a los futuros profesionales tomar en cuenta la proposición del reuso de materiales reciclados de manera de justificar la inversión y rentabilidad del proyecto.
- Sugerimos utilizar con mayor aditivo en porcentaje ya que se tuvo buenos resultados.
- Se recomienda realizar e investigar con otras adiciones que manifiesten propiedades similares a la de polímero reciclado en su presentación de botellas para así poder mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido



## REFERENCIAS

AGUILERA Y DIESTRA (2017), "Influencia de la fibra PET a partir de botellas recicladas sobre el comportamiento mecánico en un concreto aplicado en prefabricados", para la Universidad de Trujillo.

ACEVEDO Y POSADA (2018), Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto.

Borja, 2012, pág. 10), De la realización de los ensayos obtendremos datos comparativos en la exploración y solución al problema formulado.

BORJA Suárez, Manuel. Metodología de investigación científica para Ingenieros. Chiclayo: s.n., 2012. 38 pp.

BORRALLERAS, Pere, JURADO J.J., PARRA, S. y CABALLERO J. Aditivos superplastificantes de última generación basados en polímeros PAE para el control de la viscosidad plástica del hormigón, Valencia: V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante (HAC) y Hormigones Especiales. 5 y 6 de marzo de 2018.

DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/HAC2018.2018.5633>

BOTTO Lugo Raisa y SANTACRUZ Pachón, Paola. Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono. Tesis (Título de Maestría en Ingeniería Civil) Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá-Colombia. Enero 2017. 87 pp.

(Chávez, 2003, pág. 3), Agregados

Hernández Sampieri, 2015, p. 173. Muestra "Es un subgrupo de la población que necesita ser definido o delimitado.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, pilar. Metodología de la Investigación. México D.F.: McGraw Hill, 2014.

JOVE JOVELLS (2016) Estudio técnico experimental de hormigones con fibras de polipropileno, fibras metálicas y áridos reciclados para su utilización en

pavimentos de baja intensidad de tráfico”, realizado en España para la Universidad Politécnica de Valencia.

KERLINGER plan y estructura del estudio creadas para dar respuesta a las interrogaciones de la investigación, como el formular un problema de investigación y de guía para la experimentación, selección y análisis de datos 2002, p. 83.

Las ingenieras Botto y Santacruz (2017), en su trabajo de grado “Evaluación de las propiedades en estado fresco y endurecido de un concreto para uso en pavimento rígido, adicionado con nanocompuestos de carbono”, de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá-Colombia,

ASTM D 4318-84, Límite de Consistencia (Atterberg):

LUGO Y TORRES (2019), “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET, de la Universidad Católica de Colombia.

(Mansilla y Ruiz, Reciclaje de botellas PET para obtener fibra de poliéster, 2009)

Mata et. al (1997 (p. 19). Muestreo nos dice que el muestreo es la técnica para elegir los componentes de la muestra de la población total.

(MTC E-110, 2016, p. 67). ASTM D 4318, AASHTO T 89. Límite Líquido.

(MTC, 2014, pág. 23). Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, sub - base y capa de rodadura

MTC E-107, 2016, p. 44). Referencia ASTM D 422. Análisis Granulométrico.

(MTC E-111, 2016, p. 72). Límite Plástico.

Norma ASTM-C-33-99 (Harmsen, 2002, pág. 12). Arena o agregado fino.

Norma ASTM C143. Asentamiento.

Parthasarathy Pattabiraman, et, al 2005). El PET es un polímero del conjunto poliéster derivado de una renuencia entre un di-ácido y un di-alcohol,

Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de tecnología de concreto. Lima: CIP.

Pasquel Carbajal, 1998, pág. 74). Peso Específico

Pasquel Carbajal, 1998, pág. 76). Absorción.

PINEDO (2019), Estudio de resistencia a compresión del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , con la adición de plástico reciclado (PET)), en la ciudad de Tarapoto, 2018.

Rivva, 2000, pág. 205). Trabajabilidad

Rivva, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Lima: Perú.

Rivva, 2000, pág. 211). Segregación.

Sapón, M. 1999, p. 17). Polietilentereftalato (PET): Es un polímero sintético termoplástico que se alcanza por polimerización del etileno.

Sampieri, 2014, p. 14). Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tamayo 1987, p. 76). Es cuantitativa, porque tratamos de validar empíricamente la hipótesis donde se estima y fundamenta a través de un método estadístico,

Tamayo 1987, p. 102. Operacionalización de variables.

Vara Horna, 2015, p. 221) población: “Es el conjunto de todas las personas.

Veliz y Vázquez (2018), en su tesis “Obtención de concreto ligero estructural mediante el uso de aditivos”, de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

.

ANEXOS

**ANEXO 1: operacionalización de variable independiente**

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
"Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido. Avenida Los Andes - Lima 2020"						
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
<b>Variable independiente</b>	<p>El polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevados a cabo en la reacción de polimerización (Sapón, M. 1999, p. 17).</p>	<p>Se cortarán en secciones geométricas las botellas de PET, cuyas fibras se reutilizarán mecánicamente en proporciones de dosificación por metro cúbico de concreto. De manera que en la mezcla presente una trabajabilidad ensayado a través del cono de Abrams, demostrando su consistencia.</p>	<p>Propiedades de las Fibras en estado plástico y en estado endurecido en el concreto</p>	<p>Geometría de las fibras.</p> <p>Afodadura del 1.0%, 1.5% y 2.5% de fibras PET por m<sup>3</sup> de concreto</p> <p>Slump de consistencia del concreto</p> <p>Trabajabilidad</p>	<p>Razón</p>	<p>Ficha técnica / Formsto de Registro</p>
...						

**ANEXO 2: operacionalización de variable dependiente**

Variable dependiente	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
<p><b>Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido</b></p>	<p>Estos pavimentos tienen el propósito de transmitir el peso de los vehículos de forma uniforme a la subbase debido a su fuerza estructural que posee, ya que actúa como una losa rígida. El método A.C.I., indica que es un método de dosificación del concreto, cuya mezcla se calcula mediante la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados) tanto en volumetría como en masa, en los estados plástico y endurecido. Para hacer un análisis de cómo actúa la carga vehicular sobre la losa se mide la capacidad que tiene esta de doblarse y resistir la fuerza a la flexión, en el pavimento rígido se hace mediante el uso de la teoría de placas a diferencia del pavimento flexible que utiliza la teoría de capas.</p>	<p>Los elementos de diseño de pavimentos pueden verse en condiciones de granulometría de los agregados componentes, su relación de agua - cemento y las características de sus propiedades en su proceso de diseño. Alcanzando dos criterios .</p> <p>La fatiga que recibe las cargas de la losa de concreto donde estas deben permanecer en límites admisibles , en la apreciación del agrietamiento; y la erosión, que confina los esfuerzos de deflexión en franjas críticas como : sequijas y juntas . Cuya diferencia se cuantificables a través de los ensayos en el laboratorio.</p>	<p>Calidad de agregados</p>	<p>Granulometría de los agregados pétreos</p> <hr/> <p>Modulo y Finesa</p> <hr/> <p>Humedad</p> <hr/> <p>Relación a/c</p> <hr/> <p>Ensayos de resistencia a la compresión</p> <hr/> <p>Ensayos de resistencia a la Flexión</p> <hr/> <p>Ensayos de resistencia a la Tracción</p>	<p>Razón</p>	<p>Ficha técnica / Formato de Registro</p>

"Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido. Avenida Los Andes – Lima 2020"									
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable independiente						
¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría la resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	Determinar de qué manera incorporando polímero reciclado PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	: La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, se relaciona de manera significativa para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	Polímero PET reciclado	El polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización (Sapón, M. 1999, p. 17).	Se cortarán en secciones geométricas las botellas de PET, cuyas fibras se reutilizarán mecánicamente en proporciones de dosificación por metro cúbico de concreto. De manera que en la mezcla presente una trabajabilidad ensayada a través del cono de Abrams, demostrando su consistencia.	Propiedades de las Fibras en estado plástico y en estado endurecido en el concreto	Geometría de las fibras.	Razón	Ficha técnica / Formato de Registro
							Añadida del 1.0% , 1.5% y 2.5% de fibras PET por m3 de concreto		
							Slump de consistencia del concreto		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable dependiente	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
1. ¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría la trabajabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	1. Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la trabajabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	1.-La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la trabajabilidad para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido	Estos pavimentos tienen el porte de transmitir el peso de los vehículos de forma uniforme a la subrasante debido a su fuerza estructural que posee, ya que actúa como una losa rígida. El método A.C.I., indica que es un método de dosificación del concreto, cuya mezcla se calcula mediante la cantidad de materiales (cemento, agua, agregados) tanto en volumetría como en masa, en los estados plástico y endurecido. Para hacer un análisis de cómo actúa la carga vehicular sobre la losa es mediante la capacidad que tiene está de doblarse y resistir la fuerza a la flexión, en el pavimento rígido se hace mediante el uso de la teoría de placas a diferencia del pavimento flexible que utiliza la teoría de capas.	Los elementos de diseño de pavimentos pueden verse en condiciones de granulometría de los agregados componentes, su relación de agua - cemento y las características de sus propiedades en su proceso de diseño. Alcanzando dos criterios. La fatiga que recibe las cargas de la losa de concreto donde estas deben permanecer en límites admisibles, en la aprensión del agrietamiento; y la erosión, que confina los esfuerzos de deflexión en franjas críticas como: esquinas y juntas. Cuyas diferencias son cuantificables a través de los ensayos en el laboratorio.	Calidad de agregados	Granulometría de los agregados pétreos	Razón	Ficha técnica / Formato de Registro
							Modulo y Fineza		
							Humedad		
2. ¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	2.Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia a la compresión del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	2. La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa para mejorar las su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.					Relación a/c		
3. ¿De qué manera incorporando polímero reciclado en el diseño de mezcla mejoraría en la resistencia a la flexotracción del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020?	3. Determinar de qué manera incorporando Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla, mejoraría en la resistencia a la flexotracción del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.	3. La incorporación de Polímeros reciclados PET en el diseño de mezcla se relaciona de manera significativa en la resistencia a la flexotracción para mejorar su resistencia y durabilidad del pavimento rígido en Avenida Paseo los Andes – Lima 2020.				Métodos de ensayos mecánicos	Ensayos de resistencia a la compresión		
							Ensayos de resistencia a la Flexión		
							Ensayos de resistencia a la Tracción		

## Anexo 4: Fichas de Validación con Aprobación de Expertos

<b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

### ANEXO 3

INFORME	: JCH 20-110
SOLICITANTE	Villegas Fernández Jhoelo Jhosseth
PROYECTO	"Diseño de mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido, Avenida Los Andes - Lima 2020"
UBICACIÓN	Pueblo Libre
ASUNTO	: Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

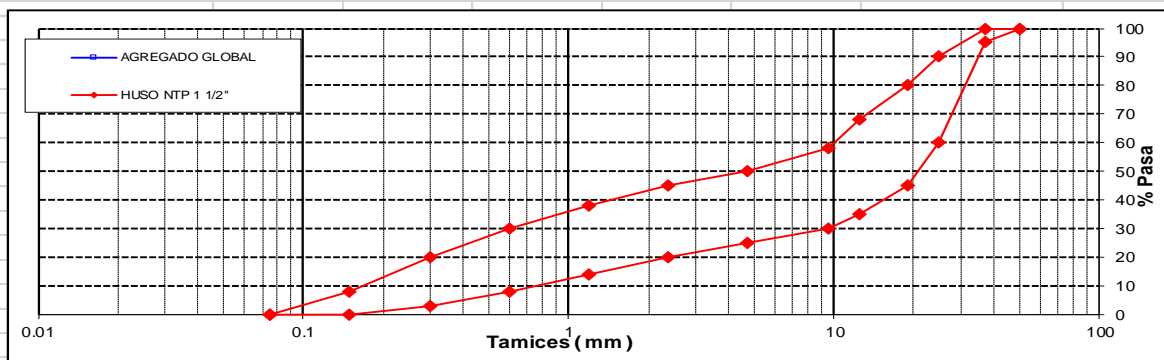
#### CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GLOBAL :

Combinación de ARENA GRUESA procedente de la cantera y PIEDRA CHANCADA 1" procedente de la cantera  
Muestra proporcionada e identificada por el peticionario.

#### A) ANALISIS GRANULOMETRICO




TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA HUSO NTP 1 1/2"
( Pulg )	( mm )				
2 1/2"	63				
2"	50				
1 1/2"	37.5				
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5				
N°4	4.75				
N°8	2.38				
N°16	1.19				
N°30	0.60				
N°50	0.30				
N°100	0.15				
FONDO					

#### B) CURVA DE GRANULOMETRIA



#### C) PROPIEDAS FISICAS

Tamaño Nominal Máximo	
Módulo de Finura	
% Agregado grueso	
% Agregado fino	

Sello y firma :  EMILIO RODRIGUEZ GONGORA INGENIERO CIVIL C.I.P. 53423	Sello y firma :  VELLA KARINA VILLEGAS FERNÁNDEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 115547	Sello y firma :  WALTER JAVIER TANTA MINAYA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 22662
Experto N°1 (CIP) :	Experto N°2 (CIP) :	Experto N°3 (CIP) :



## Anexo 5: Fichas de Validación con Aprobación de Expertos

<b>LABORATORIO GEOTECNICO</b>	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO**  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

**INFORME** : JCH 20-110  
**Solicitante** : Villegas Fernández Jhoelo  
**Proyecto** : Diseño de Mezcla incorporando mezcla incorporando polímero reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad del pavimento rígido, Avenida Los Andes – Lima 2020"  
**Ubicación** : Pueblo Libre

**Muestra Natural**

Fecha Rotura (7D)  
Fecha Rotura (28D)

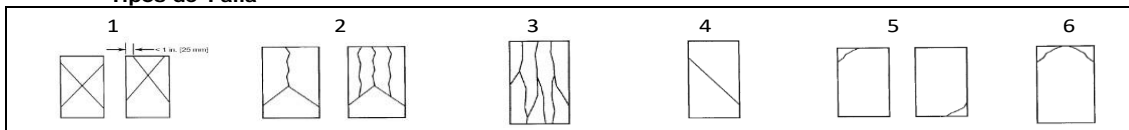
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD días	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
-----------------------------	------------------	-----------	-------------	------------------	----------------------	-----------------------------	------------




**observaciones:**

**Equipos Usad Calibración**  
 Maquina Compre Marzo.-2020  
 Pie de Rey Marzo.-2020


**Consideraciones:**

**Tipos de Falla**



<p>Sello y firma:</p>  <p>EMILIO RODRIGUEZ GONGORA INGENIERO CIVIL C.I.P. 53403</p>	<p>Sello y firma:</p>  <p>VELLA KARINA VILLEGAS FERNANDEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 115547</p>	<p>Sello y firma :</p>  <p>WALTER JAVIER TANTA MINAYA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 226062</p>
Experto N°1 (CIP) :	Experto N°2 (CIP):	Experto N°3 (CIP):

## Anexo 6. Ensayos de Laboratorio

 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : --

**INFORME** : JCH 21-110  
**SOLICITANTE** : VILLEGAS FERNANDEZ JHOEL JHOSSETH  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**UBICACIÓN** : AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
**FECHA** : JUNIO DEL 2021  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### 3,0 **DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO ( $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ) CEMENTO SOL tipo I**

#### 3,1 MUESTRA NATURAL **CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,55
Relación a / c de obra	.....	0,60
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 1,99 : 2,41
Proporciones de obra	.....	1.0 : 1,99 : 2,42

#### 3,2 **CANTIDAD DE MATERIAL POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	382 Kg.
Arena	.....	761 Kg.
Piedra	.....	924 Kg.
Agua	.....	230 lt.

#### 3,3 **CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

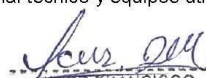
Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	84,8 Kg.
Piedra	.....	102,8 Kg.
Agua	.....	25,6 lt/bolsa

#### 3,4 **PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,88 : 2,30
Agua	.....	25,6 lt/bolsa


**NOTA** : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**DE LA OJA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP N° 193667

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C RUC 20602256872 Av. Proceres de la Independencia 2236 - S.J.L - Lima - Perú

E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Tel. 976331849 RPC

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : --

**INFORME** : JCH 21-110  
**SOLICITANTE** : VILLEGAS FERNANDEZ JHOELO JHOSSETH  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**UBICACIÓN** : AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
**FECHA** : JUNIO DEL 2021  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**3,0 MUESTRA DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**3,1 PET 1.0% CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación .....  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$   
 Asentamiento ..... 3" - 4"  
 Relación a / c de diseño ..... 0,55  
 Relación a / c de obra ..... 0,60  
 Proporciones de diseño ..... 1.0 : 2,00 : 2,43  
 Proporciones de obra ..... 1.0 : 2,01 : 2,44  
 Aditivo PET ..... 425,00 gr por bolsa de cemento

**3,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento ..... 380 Kg.  
 Arena ..... 763 Kg.  
 Piedra ..... 926 Kg.  
 Agua ..... 229 lt.  
 Aditivo PET ..... 3,80 Kg.

**3,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**


Cemento ..... 42,5 Kg.  
 Arena ..... 85,4 Kg.  
 Piedra ..... 103,6 Kg.  
 Agua ..... 25,6 lt/bolsa  
 Aditivo PET ..... 0,4250 Kg.


**3,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones ..... 1.0 : 1,89 : 2,32  
 Agua ..... 25,6 lt/bolsa  
 Aditivo PET ..... 425,00 gr por bolsa de cemento

**NOTA** : Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.



  
 JAVIER FRANCISCO  
 IN. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>	Código : CFE-12
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : ---

**INFORME** : JCH 21-110  
**SOLICITANTE** : VILLEGAS FERNANDEZ JHOELO JHOSSETH  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**UBICACIÓN** : AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
**FECHA** : JUNIO DEL 2021  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**3,0 MUESTRA DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**3,1 PET 1.5% CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,55
Relación a / c de obra	.....	0,60
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,00 : 2,42
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,00 : 2,43
Aditivo PET	.....	637,50 gr por bolsa de cemento

**3,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	380 Kg.
Arena	.....	761 Kg.
Piedra	.....	923 Kg.
Agua	.....	229 lt.
Aditivo PET	.....	5,70 Kg.

**3,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	85,1 Kg.
Piedra	.....	103,2 Kg.
Agua	.....	25,6 lt/bolsa
Aditivo PET	.....	0,6375 Kg.


**3,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,89 : 2,31
Agua	.....	25,6 lt/bolsa
Aditivo PET	.....	637,50 gr por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.



*Francisco*  
 FRANCISCO  
 M. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código : CFE-12
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : ---

**INFORME** : JCH 21-110  
**SOLICITANTE** : VILLEGAS FERNANDEZ JHOELO JHOSSETH  
**PROYECTO** : "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**UBICACIÓN** : AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
**FECHA** : JUNIO DEL 2021  
**ASUNTO** : Diseño de mezcla TEORICO  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**3,0 DISEÑO DE MEZCLAS TEORICO (  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  ) CEMENTO SOL tipo I**

**3,1 MUESTRA PET 2.5% CARACTERISTICAS GENERALES**

Denominación	.....	$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a / c de diseño	.....	0,55
Relación a / c de obra	.....	0,60
Proporciones de diseño	.....	1.0 : 2,00 : 2,43
Proporciones de obra	.....	1.0 : 2,01 : 2,43
Aditivo PET	.....	1062,50 gr por bolsa de cemento

**3,2 CANTIDAD DE MATERIAL POR  $\text{m}^3$  DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	378 Kg.
Arena	.....	759 Kg.
Piedra	.....	920 Kg.
Agua	.....	228 lt.
Aditivo PET	.....	9,45 Kg.

**3,3 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42,5 Kg.
Arena	.....	85,2 Kg.
Piedra	.....	103,4 Kg.
Agua	.....	25,6 lt/bolsa
Aditivo PET	.....	1,0625 Kg.

**3,4 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1.0 : 1,89 : 2,31
Agua	.....	25,6 lt/bolsa
Aditivo PET	.....	1062,50 gr por bolsa de cemento

**NOTA :** Hacer tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.



  
 FRANCISCO  
 LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO**  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07

**INFORME** JCH 21-110  
**Solicitante** VILLEGAS FERNANDEZ JHOELO JHOSSETH  
**Proyecto** "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**Ubicación** AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
**Muestra** Natural + Fibras PET Fecha Rotura (7D) 26/06/2021

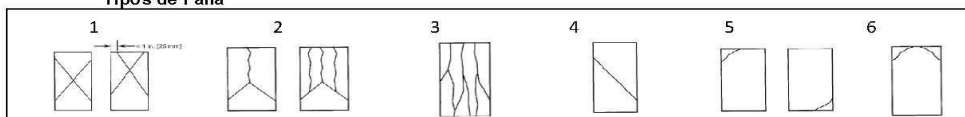
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD dias	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.55	19/06/2021	7	151,7	301,42	180,62	170	2
0.55	19/06/2021	7	151,9	288,96	181,22	163	2
0.55 (1.0%)	19/06/2021	7	151,9	313,77	181,10	177	4
0.55 (1.0%)	19/06/2021	7	151,9	380,59	181,10	214	2
0.55 (1.5%)	19/06/2021	7	152,2	354,54	181,82	199	2
0.55 (1.5%)	19/06/2021	7	151,3	341,07	179,79	193	6
0.55 (2.5%)	19/06/2021	7	152,0	331,92	181,34	187	2
0.55 (2.5%)	19/06/2021	7	152,4	307,30	182,41	172	2




*Francisco*  
**FRANCISCO**  
 IN LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

**Consideraciones :**  
 - No se observaron fallas atípicas en las roturas  
 -Las probetas fueron moldeadas por el solicitante  
 - El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

**Tipos de Falla**





	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07**

**INFORME** JCH 21-110  
**Solicitante** VILLEGAS FERNANDEZ JHOELO JHOSSETH  
**Proyecto** "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RÍGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**Ubicación** AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
**Muestra** Natural + Fibras PET  
**Fecha Rotura (7D)** 10/07/2021

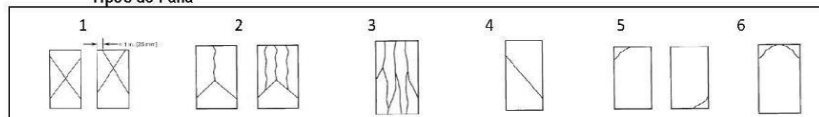
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD dias	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.55	19/06/2021	21	152,6	455,20	182,89	254	1
0.55	19/06/2021	21	152,6	434,87	182,77	243	1
0.55 (1.0%)	19/06/2021	21	152,4	447,72	182,30	250	2
0.55 (1.0%)	19/06/2021	21	153,7	424,62	185,42	233	1
0.55 (1.5%)	19/06/2021	21	154,3	428,84	186,99	234	2
0.55 (1.5%)	19/06/2021	21	152,0	420,01	181,34	236	2
0.55 (2.5%)	19/06/2021	21	154,3	411,87	186,87	225	2
0.55 (2.5%)	19/06/2021	21	153,6	424,03	185,18	233	2



*Javier Francisco*  
**JAVIER FRANCISCO**  
 EN LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

- Consideraciones :**
- No se observaron fallas atípicas en las roturas
  - Las probetas fueron remodeladas por el solicitante
  - El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

**Tipos de Falla**



	<b>REGISTRO</b>	Código : CFE-01 Revisión : 1
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Página : 1 de 1

**MÉTODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO ENDURECIDO  
NTP 339.034-11 / ASTM C39-07**

**INFORME** JCH 21-110  
**Solicitante** VILLEGAS FERNANDEZ JOHELO JHOSSETH  
**Proyecto** "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**Ubicación** AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
**Muestra** Natural + Fibras PET  
**Fecha Rotura (28D)** 17/07/2021

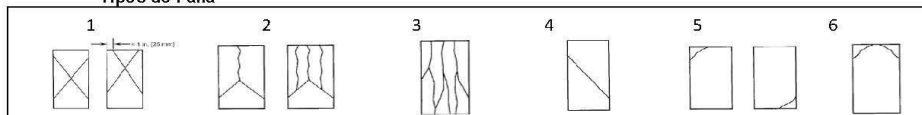
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	EDAD dias	DIÁMETRO mm	FUERZA MÁXIMA KN	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	TIPO FALLA
0.55	19/06/2021	28	152,3	505,00	182,18	283	1
0.55	19/06/2021	28	152,6	509,00	182,89	284	4
0.55 (1.0%)	19/06/2021	28	153,1	536,00	184,09	297	3
0.55 (1.0%)	19/06/2021	28	152,3	542,00	182,06	303	3
0.55 (1.5%)	19/06/2021	28	151,3	533,60	179,79	303	3
0.55 (1.5%)	19/06/2021	28	152,2	540,10	181,94	303	3
0.55 (2.5%)	19/06/2021	28	151,4	546,90	179,91	310	3
0.55 (2.5%)	19/06/2021	28	152,2	542,20	181,82	304	3




*Francisco*  
 FRANCISCO  
 M. LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

- Consideraciones :**
- No se observaron fallas atípicas en las roturas
  - Las probetas fueron remodeladas por el solicitante
  - El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de Neopreno

**Tipos de Falla**





 LABORATORIO GEOTECNICO	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	©FE-10
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

**Informe** : JCH-21-110  
**Solicitante** : VILLEGAS FERNANDEZ JHOELÓ JHOSSETH  
**Proyecto** : "DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLÍMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RÍGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020"  
**Ubicación** : AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA **Fecha de ensayo** 17/07/2021  
**Fecha** : JULIO DEL 2021

Tipo de muestra : Concreto endurecido

F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN ESPECIMÉN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Lo (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	MÓDULO DE ROTURA
Concreto Patrón	19/06/2021	17/07/2021	28 días	15,3	15,5	51,2	45,0	TERCIO CENTRAL	27 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Patrón + PET 2.5%	19/06/2021	17/07/2021	28 días	15,1	15,2	50,5	45,0	TERCIO CENTRAL	31 kg/cm <sup>2</sup>

<b>Equipos Usados</b>
Máquina de Compresión


Ejecutado por: J.T.R.

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el solicitante.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**EN LOA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 193667**

	<b>INFORME</b>	Código	
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO</b>	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 1

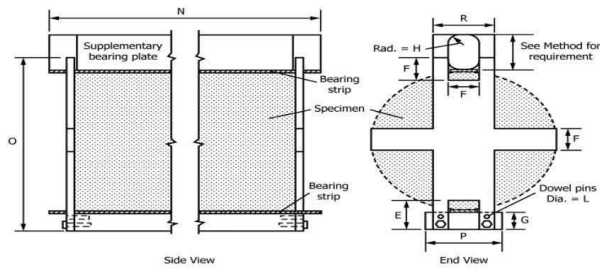
N° de Informe : JCH 21-110  
 Proyecto : DISEÑO DE MEZCLA INCORPORANDO POLIMERO RECICLADO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL PAVIMENTO RIGIDO, AVENIDA LOS ANDES-LIMA 2020\*  
 Solicitante : VILLEGAS FERNANDEZ JOHELO JHOSSETH  
 Ubicación : AV. PASEO DE LOS ANDES CUADRA 6, DISTRITO PUEBLO LIBRE - LIMA  
 Fecha : JULIO DEL 2021

---

Tipo de muestra : Concreto endurecido  
 Presentación : Especímenes cilíndricos  
 F/c de diseño : 210 kg/cm2

**Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens  
 ASTM C496/C496M-17**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
Natural 0,55	19/06/2021	17/07/2021	28 días	30,3	15,17	15799,2	21,9 kg/cm2
Natural 0,55 + PET 1.0%	19/06/2021	17/07/2021	28 días	30,5	15,17	16146,7	22,2 kg/cm2
Natural 0,55 + PET 1.5%	19/06/2021	17/07/2021	28 días	30,81	15,2	16860,2	22,9 kg/cm2
Natural 0,55 + PET 2.5%	19/06/2021	17/07/2021	28 días	30,31	15,22	17740,9	24,5 kg/cm2



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo  
 Fuente: ASTM C496



*Francisco*  
 FRANCISCO  
 LOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

<b>Equipos Usados</b>
Prensa Uniaxial
Pie de rey

A

## ANEXO 7.

### PANEL FOTOGRAFICO DEL ENSAYO DE LOS ENSAYOS EN LABORATORIO



Aditivo: Pet



Diseño de Mezcla 1%



Diseño de Mezcla 1.5% Pet



Diseño de Mezcla 2.5% Pet





Ensayo Cono de Abrams



Consistencia del Concreto



Colocación del Diseño de Concreto



Ensayo Prismático





Diseño Mezcla con Aditivo 1% PET - Ezf. Compresión Axial



Rotura Diseño Mezcla con Aditivo 1% PET (07 días)





Diseño Mezcla con Aditivo 1.5% PET. Ezf. Compresión Axial



Rotura Diseño Mezcla con Aditivo 1.5% PET (21 días) .Ezf. Compresión Axial

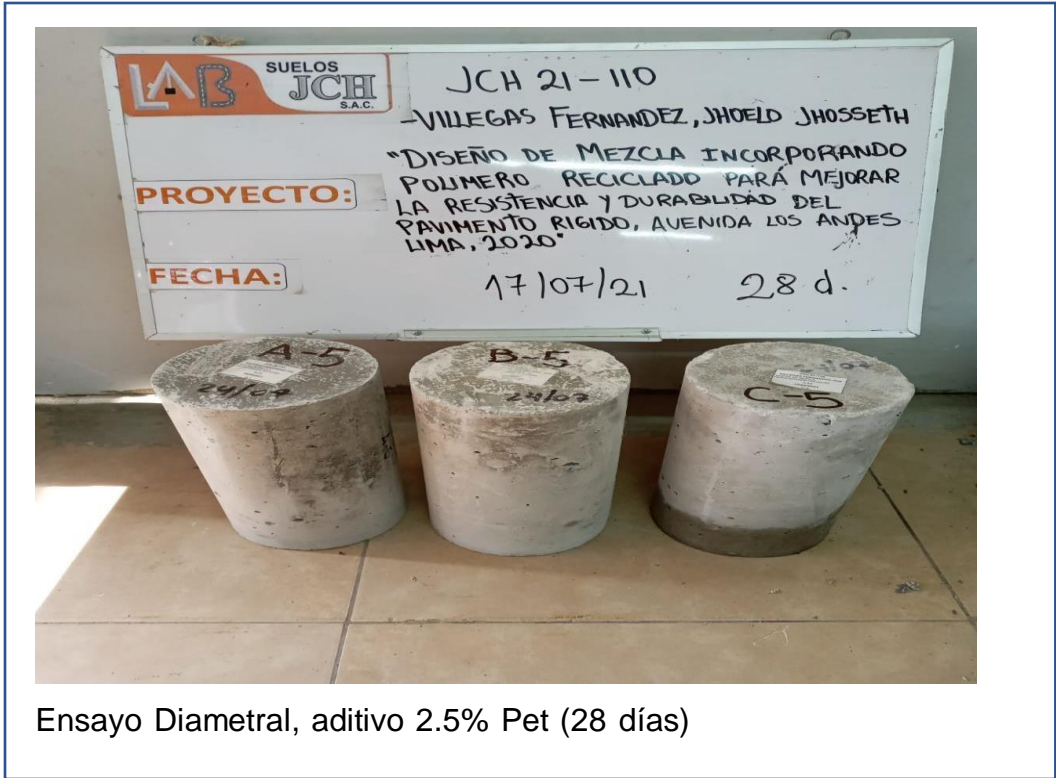


Diseño Mezcla con Aditivo 2.5% PET.



Rotura Diseño Mezcla con Aditivo 2.5% PET (28 días). Ezf. Compresión Axial



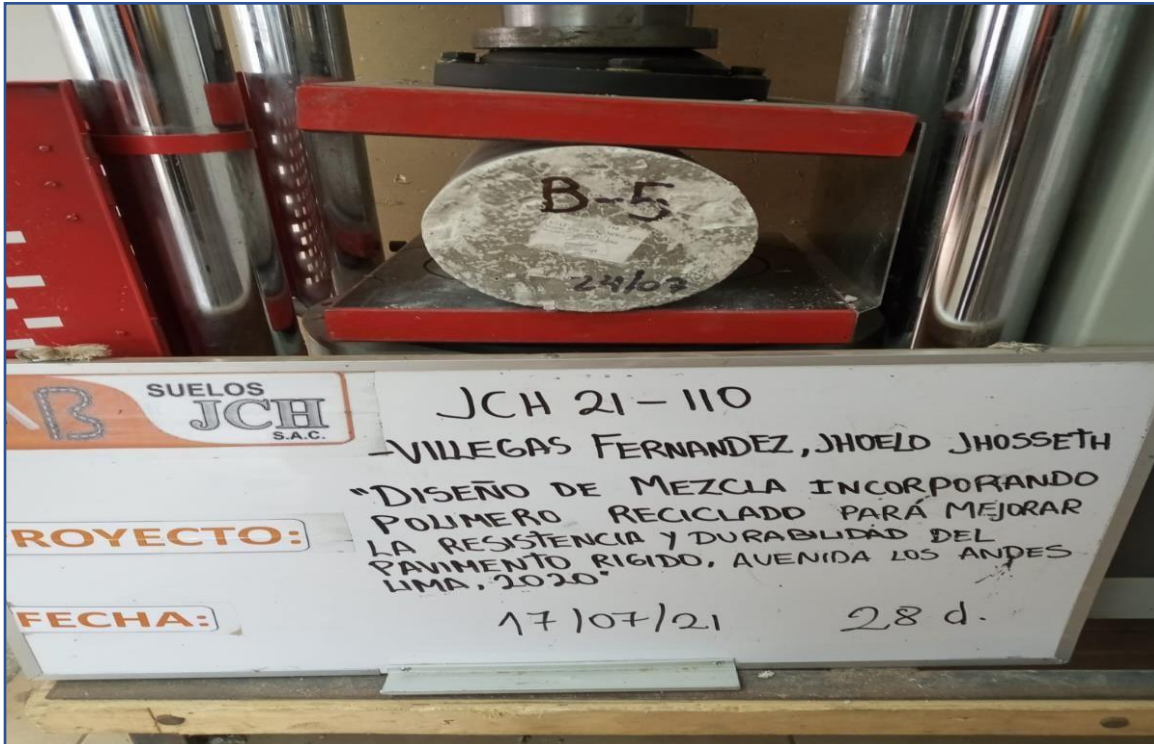


Ensayo Diametral, aditivo 2.5% Pet (28 días)

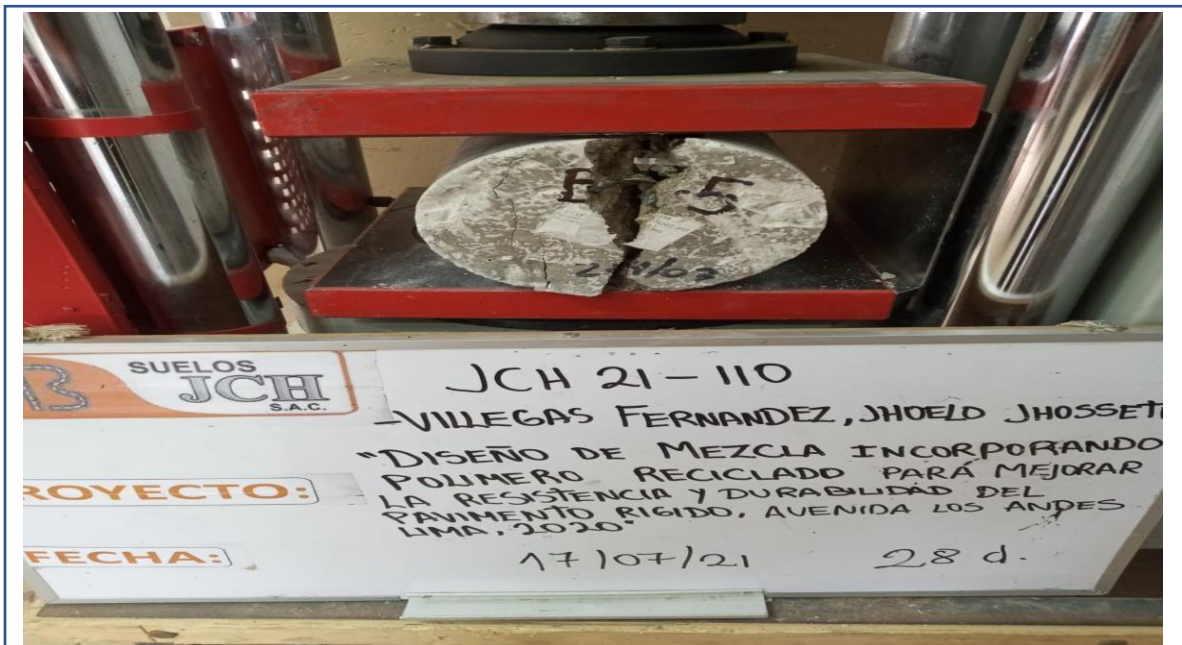


Ensayo Ezf. Compresión Axial, aditivo 2.5% Pet (28 días)





Ensayo Ezf. Compresión Axial



Ensayo Ezf. Compresión Axial, aditivo 2.5% Pet (28 días)



Ensayo Ezf. Compresión diametral 2.5 % Pet







Resultado Ensayo Ezf. Compresión Axial. 2.5 % Pet



Ensayo de Viga Ezf. Flexión 2,5 % Pet 28 días



Ensayo de Viga Ezf. Flexión 2,5 % Pet 28 días



Ensayo de Viga Ezf. Flexión 2,5 % Pet 28 días



Resultado de Ensayo de Viga Ezf. Flexión 2,5 % Pet 28 días