

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA**  
**CIVIL**



**INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DEL ACERO POR VARILLAS DE  
PET RECICLADO TRENZADO SOBRE LA RESISTENCIA A LA  
FLEXIÓN DE UN CONCRETO NO ESTRUCTURAL**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES**

Br. Concepción Davalos, Edin Milton  
Br. Vidal De la cruz, Jarley Rubén

**ASESOR(A)**

Mg. Alva Reyes, Luis Alberto

**LINEA DE INVESTIGACION**

Vivienda, saneamiento y transporte

**TRUJILLO-PERU**  
**2022**



## Acta de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis para obtener la Titulación Profesional

En la ciudad de Trujillo, a los 03 días del mes de mayo del 2022, siendo las 09:00 horas se reunieron los miembros del Jurado designado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para evaluar la tesis de Titulación Profesional en

### INGENIERIA CIVIL

(Indicar el Programa de Estudios)

Especialidad: \_\_\_\_\_  
(De ser el caso)

mediante la Modalidad de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis de(l) (la)

**Bachiller:** VIDAL DE LA CRUZ JARLEY RUBEN

(Apellidos y Nombre)

quien desarrolló la Tesis Titulada:

“INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DEL ACERO POR VARILLAS DE PET RECICLADO TRENZADO SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO NO ESTRUCTURAL”

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) mencionado(a) Bachiller fue

**APROBADO**

(Aprobado o desaprobado (\*\*))

por

**UNANIMIDAD**

(En caso de ser aprobado: Unanimidad o mayoría o grado de excelencia (\*\*))

emitiéndose el calificativo final de

**DIECISEIS**

(Letras)

**16**

(Números)

Siendo las 09:45 horas concluyó la sesión, firmando los miembros del Jurado.

**Presidente:** Mg. Ing. Fernando Aristides Saldaña Milla

(Dr. Mg.), (Apellidos y Nombre)

(Firma)

**Secretario:** Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara

(Dr. Mg.), (Apellidos y Nombre)

(Firma)

**Vocal:** Mg. Ing. Luis Alberto Alva Reyes

(Dr. Mg.), (Apellidos y Nombre)

(Firma)

(\*) Desaprobado: 0-13; Aprobado: 14-20

(\*\*) **Mayoría:** Dos miembros del jurado aprueban; **Unanimidad:** todos los miembros del jurado aprueban; **Grado de excelencia:** promedio 19 a 20



## Acta de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis para obtener la Titulación Profesional

En la ciudad de Trujillo, a los 03 días del mes de mayo del 2022, siendo las 09:00 horas se reunieron los miembros del Jurado designado por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura para evaluar la tesis de Titulación Profesional en

### INGENIERIA CIVIL

(Indicar el Programa de Estudios)

Especialidad: \_\_\_\_\_  
(De ser el caso)

mediante la Modalidad de Presentación, Sustentación y Aprobación de Tesis de(l) (la)

**Bachiller:** CONCEPCION DAVALOS EDIN MILTON

(Apellidos y Nombres)

quien desarrolló la Tesis Titulada:

“INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DEL ACERO POR VARILLAS DE PET RECICLADO TRENZADO SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO NO ESTRUCTURAL”

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) mencionado(a) Bachiller fue

**APROBADO**

(Aprobado o desaprobado (\*\*))

por

**UNANIMIDAD**

(En caso de ser aprobado: Unanimidad o mayoría o grado de excelencia (\*\*))

emitiéndose el calificativo final de

**DIECISEIS**

(Letras)

**16**

(Números)

Siendo las 09:45 horas concluyó la sesión, firmando los miembros del Jurado.

**Presidente:** Mg. Ing. Fernando Aristides Saldaña Milla

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

**Secretario:** Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

**Vocal:** Mg. Ing. Luis Alberto Alva Reyes

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

(\*) Desaprobado: 0-13; Aprobado: 14-20

(\*\*) Mayoría: Dos miembros del jurado aprueban; **Unanimidad:** todos los miembros del jurado aprueban; **Grado de excelencia:** promedio 19 a 20

# FORMULARIO DE CESIÓN DE DERECHOS PARA LA PUBLICACIÓN DIGITAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Moche 03 de mayo del 2022

A: Mg. Breitner Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Nombres y apellidos de cada investigador (a):

Yo  Nosotros (as) X

Br. Concepción Davalos, Edin Milton

Br. Vidal De la cruz, Jarley Rubén

Autor (es) de la investigación titulada:

INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DEL ACERO POR VARILLAS DE PET  
RECICLADO TRENZADO SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN  
CONCRETO NO ESTRUCTURAL

Sustentada y aprobada el 03 de mayo del 2022 para optar el Grado Académico/  
Título

Profesional de:

INGENIERO CIVIL

**CEDO LOS DERECHOS** a la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI para publicar por plazo indefinido la versión digital de esta tesis en el repositorio institucional y otros, con los cuales la universidad firme convenio, consintiendo que cualquier tercero podrá acceder a dicha obra de manera gratuita pudiendo visualizarlas, revisarlas, imprimirlas y/o grabarlas siempre y cuando se respeten los derechos de autor y sea citada correctamente. En virtud de esta autorización, la universidad podrá reproducir mi tesis en cualquier tipo de soporte, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la tesis o trabajo de investigación es una creación de mi autoría o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultada(o)(s) a conceder la presente autorización y además declaro bajo juramento que dicha tesis no infringe los derechos de autor de terceras personas.

Asimismo, declaro que el CD-ROM que estoy entregando a la UCT, con el archivo en formato PDF y WORD (.docx), como parte del proceso de obtención del Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado.

Por ello, el tipo de acceso que autorizo es el siguiente: (Marcar con un aspa (x); una opción)

Categoría de Acceso	Descripción del Acceso	Marcar con acceso	X
ABIERTO	Es público y será posible consultar el texto completo. Se podrá visualizar, grabar e imprimir.		X
RESTRINGIDO	Solo se publicará el abstract y registro del metadato con		

## OPCIONAL – LICENCIA CREATIVE COMMONS.

Una licencia **Creative Commons** es un complemento a los derechos de autor que tiene como fin proteger una obra en la web. Si usted concede dicha licencia mantiene la titularidad y permite que otras personas puedan hacer uso de su obra, bajo las condiciones que usted determine.

No, deseo otorgar una licencia Creative Commons

Si, deseo otorgar una licencia Creative Commons

Si opta por otorgar la licencia Creative Commons, seleccione una opción de los siguientes permisos:

<b>CC-BY:</b> Utilice la obra como desee, pero reconozca la autoría original. Permite el uso comercial.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>CC-BY-SA:</b> Utilice la obra como desee, reconociendo la autoría. Permite el uso comercial del original y la obra derivada (traducción, adaptación, etc.), su distribución es bajo el mismo tipo de licencia.	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-ND:</b> Utilice la obra sin realizar cambios, otorgando el reconocimiento de autoría. Permite el uso comercial o no comercial.	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-NC:</b> Utilice la obra como desee, reconociendo la autoría y puede generar obra derivada sin la misma licencia del original. No permite el uso	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-NC-SA:</b> Utilice la obra reconociendo la autoría. No permite el uso comercial de la obra original y derivada, pero la distribución de la nueva	<input type="checkbox"/>
<b>CC-BY-NC-ND:</b> Utilice y comparte la obra reconociendo la autoría. No permite cambiarla de forma alguna ni usarlas comercialmente.	<input type="checkbox"/>

## Datos del investigador (a)

**Nombres y Apellidos:** Edin Milton Concepción Davalos

**DNI:** 47594125

**Teléfono celular:** 948723547

**Email:** edycdy\_15@hotmail.com



**Firma**

## Datos del investigador (a)

**Nombres y Apellidos:** Jarley Rubén Vidal De la cruz

**DNI:** 47911445

**Teléfono celular:** 950527337

**Email:** jarley.vidal@uct.edu.pe



**Firma**

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Rector

**Dra. Silvia Valverde Zavaleta**

Vicerrectora Académica

**Dr. Carlos Alfredo Cerna Muñoz PhD.**

Vicerrector de Investigación

**Mg. Breitner Díaz Rodríguez**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri**

Gerente de Desarrollo Institucional

**Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos**

Gerente de Administración y Finanzas

**Mg. José Andrés Cruzado Albarrán**

Secretario General

## **APROBACION DEL ASESOR**

Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “Influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto no estructural” desarrollada por los bachilleres Concepción Dávalos Edin Milton y Vidal De la cruz Jarley Rubén con DNI N° 47594125 y DNI N° 47911445 respectivamente, egresadas del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.




---

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

**ASESOR**



## PAGINA DE JURADO



---

Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

PRESIDENTE



---

Mg. John Piter Bejarano Guevara

SECRETARIO



---

Mg. Luis Alberto Alva Reyes

VOCAL

## DEDICATORIA

### *A Dios*

*Por darme salud, sabiduría y amor para cursar exitosamente mi carrera profesional y salir victorioso de ella. Por ser mi refugio y mi guía en los momentos difíciles y no rendirse hasta lograr el éxito.*

### *A mis padres*

*Por su apoyo incondicional y constante. Gracias a mi padre Wilson Concepción Centurión y a mi madre Rosa Dávalos Díaz por haberme inculcado perseverancia y trabajo constante para lograr mis objetivos.*

### *A mi familia*

*Ellos fueron mi alegría y energía, para seguir adelante. A mis hijos Luka y Valentín quien han sido el motivo para afrontar los obstáculos y salir victorioso en esta meta de culminar la carrera profesional de Ingeniería Civil.*

***Edin Milton Concepción Dávalos***

***Autor***

## DEDICATORIA

### *A Dios*

*Quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas y sabiduría para seguir adelante y no rendirme ante los problemas que se presentaban, enseñarme a encarar las adversidades sin perder la dignidad ni desfallecer en el intento de ser un profesional de éxito.*

### *A mis padres*

*Mercedes y Bladismiro, por su apoyo, consejos, comprensión, amor y ayuda en los momentos difíciles a lo largo de estos años que busque realizarme como profesional y seguir alcanzando nuevas metas, gracias a ellos que lograron inculcarme valores y principios para lograr mis objetivos.*

### *A mi familia*

*A mis Hermanos, mi novia y demás familia por siempre estar presentes, acompañarme y brindarme el apoyo moral a lo largo de esta etapa de mi vida; no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y comprensión, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.*

**Jarley Ruben Vidal De la Cruz**

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios quien a forjado nuestro camino y nos ha dirigido por el sendero correcto, el que en todo momento estuvo presente ayudándonos a aprender de nuestros errores y a no cometerlos otra vez; nos ha permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud, ser el manantial de vida y darnos lo necesario para seguir adelante día a día para lograr nuestra formación académica como profesionales.*

*A nuestros padres, por su apoyo constante, las enseñanzas, por aconsejarnos, inculcarnos valores y por ser fuente de motivación constante que nos permitieron ir por el camino correcto, pero más que nada, por su comprensión y amor incondicional.*

*A nuestros docentes, por compartir con nosotros sus conocimientos y experiencias y en especial a nuestro asesor Luis Alberto Alva Reyes por ser un gran mentor, por su paciencia y sabiduría impartida a lo largo de nuestra carrera.*

**Edin Milton Concepción Davalos.**

**Jarley Ruben Vidal De la Cruz.**

*Los Autores*

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Concepción Dávalos Edin Milton con DNI 47594125 y Vidal De la cruz Jarley Rubén con DNI 47911445, egresados del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del trabajo de investigación titulado: “Influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto no estructural”, el cual consta de un total de 58 páginas, en las que se incluye 12 tablas y 9 figuras, más un total de 16 páginas en apéndices y/o anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 19%, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.

*Los autores*



---

DNI 47594125



---

DNI 47911445

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS .....	2
APROBACION DEL ASESOR.....	8
PAGINA DE JURADO .....	9
DEDICATORIA .....	10
DEDICATORIA .....	11
AGRADECIMIENTO .....	12
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	13
RESUMEN .....	17
ABSTRACT .....	18
PROBLEMA DE LA INVESTIGACION .....	19
1.1. Planteamiento del problema .....	19
1.2. Formulación del problema.....	20
1.2.1. Problema General .....	20
1.2.2. Problemas Específicos.....	20
1.3. Objetivos .....	20
1.3.1. Objetivo General .....	20
1.3.2. Objetivos Específicos .....	21
1.4. Justificación de la investigación .....	21
1.1.1. Justificación tecnológica.....	21
1.1.2. Justificación Económica .....	21
1.1.3. Justificación Socio - Ambiental.....	21
MARCO TEORICO CONCEPTUAL .....	23
2.1. Antecedentes de la investigación.....	23
2.2. Bases teórico-científicas.....	28
2.2.1. Componentes del concreto.....	28
2.2.1.1. Cemento .....	29
El cemento es un aglutinante, una sustancia que fragua, endurece y puede unir otros materiales juntos, para crear un material de resistencia y durabilidad adecuada. (Molina, 2006) .....	29
2.2.1.2. Agregado Fino.....	31
2.2.1.3. Agregado grueso o piedra.....	32
2.3. Definición de términos básicos.....	39
2.4. Formulación de hipótesis.....	40
2.4.1. Hipótesis general .....	40
2.4.2. Hipótesis específicas .....	41
2.5. Operacionalización de variables .....	41
CAPITULO III.....	43
METODOLOGIA.....	43
3.1. Tipo de investigación .....	43
3.2. Método de investigación .....	43
3.3. Diseño de investigación.....	43
3.4. Población y muestra .....	44
3.4.1. Población.....	44

3.4.2. Muestra.....	44
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.6. Métodos y técnicas de recolección de datos .....	44
3.7. Ética investigativa .....	46
CAPITULO IV .....	47
RESULTADOS .....	47
4.1. Presentación y análisis de resultados.....	47
4.1.1. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto no estructural .....	47
4.1.2. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de acero .....	48
4.1.3. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero .....	48
4.1.4. Comparación de la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural con varilla de acero y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.....	49
4.1.5. Determinación de la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural .....	51
4.2. Prueba de hipótesis.....	52
4.2.1. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto no estructural .....	52
4.2.2. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de acero .....	53
4.2.3. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.....	53
4.2.4. Comparación de la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural con varilla de acero y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.....	53
4.2.5. Determinación de la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural .....	54
4.3. Discusión de resultados .....	55
CAPITULO V.....	56
CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....	56
5.1. Conclusiones.....	56
5.2. Sugerencias.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Símbolo de Tereftalato de polietileno .....	29
Figura 02: Ensayo de flexión de vigas con carga a los tercios .....	33
Figura 03: Ensayo de flexión de vigas con carga al medio .....	34
Figura 04: Diagrama de flujo del proceso .....	41
Figura 05: Resistencia a la flexión de concreto simple no estructural y de un concreto armado no estructural reforzado con varillas de acero y PET reciclado trenzado .....	45
Figura 06: Influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural .....	46
Figura 07: Fractura presentada en el concreto reforzado con varilla de PET reciclado trenzado .....	47
Figura 08: Fractura presentada en el concreto reforzado con varilla de acero .....	47
Figura 09: Influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Cementos peruanos.....	26
Tabla 02: Clasificación de las arenas por su tamaño.....	27
Tabla 03: Requisitos granulométricos del agregado fino .....	27
Tabla 04: Requisitos granulométricos del agregado grueso .....	28
Tabla 05: Codificación de envases PET .....	30
Tabla 06: Datos técnicos del Polietileno Tereftalato.....	31
Tabla 07: Operacionalización de variables.....	37
Tabla 08: Resistencia a la flexión de concreto simple no estructural.....	42
Tabla 09: Resistencia a la flexión de concreto armado no estructural con varillas de acero .....	43
Tabla 10: Resistencia a la flexión de concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado.....	44
Tabla 11: ANOVA para la resistencia a la flexión de concreto no estructural reforzado con diferentes varillas.....	48
Tabla 12: Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la flexión de concreto no estructural reforzado con diferentes varillas .....	49



## RESUMEN

La presente investigación buscó determinar la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural. Para cumplir este objetivo se elaboraron probetas prismáticas (para ensayo de flexión) con un diseño de mezcla para alcanzar un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, fueron 45 probetas en total, las cuales se separaron en tres grupos de 15, cada uno con diferente refuerzo (sin refuerzo, varilla de acero, varilla de PET reciclado trenzado). Una vez elaboradas las probetas se procedió a su curado en agua por 28 días y su posterior rotura en una prensa hidráulica modificada.

Los resultados fueron procesados mediante el ANOVA (Análisis de Varianza unidireccional), así como la post prueba de Tukey, llegando a la conclusión el reemplazo de acero por varillas de PET reciclado trenzado si influye sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural, siendo esta influencia negativa ya que la resistencia obtenida con las varillas de PET reciclado trenzado es menor a la obtenida con varillas de acero, sin embargo si es posible el uso de este para un concreto no estructural.

***Palabras clave:*** PET, varilla, flexión, reciclado

## ABSTRACT

The present investigation sought to determine the influence of the replacement of steel by braided recycled PET rods on the flexural strength of a non-structural reinforced concrete. To meet this objective, prismatic specimens were made (for bending tests) with a mix design to reach an  $f_c$  of 210 kg/cm<sup>2</sup>, there were 45 specimens in total, which were separated into three groups of 15, each with different reinforcement (no reinforcement, steel rod, braided recycled PET rod). Once the specimens were made, they were cured in water for 28 days and subsequently broken in a modified hydraulic press.

The results were processed through ANOVA (one-way Analysis of Variance), as well as Tukey's post test, concluding that the replacement of steel by braided recycled PET rods does influence the flexural strength of a non-structural reinforced concrete. , this being a negative influence since the resistance obtained with the braided recycled PET rods is lower than that obtained with steel rods, however it is possible to use it for non-structural concrete.

**Keywords:** PET, rod, bending, recycling

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

### 1.1. Planteamiento del problema

Mundialmente, es muy conocido y preocupante la creciente cantidad de materiales plásticos esparcidos por el mundo, generando daños ambientales irreparables a nuestros ecosistemas, uno de ellos es el PET (Polietileno Tereftalato). En busca de reutilizar estos desechos y mitigar la contaminación ambiental, la industria de construcción ha surgido como potencial alternativo, para usarlos como reemplazo parcial en los agregados de un concreto armado. Estos pueden usarse en un concreto siempre y cuando se haya comprobado su eficacia en las proporciones a usar, contribuyendo así a la eliminación de una gran parte de residuos PET (Davoud et al., 2018)

En Latinoamérica que en su mayoría somos países subdesarrollados y tenemos un manejo no apropiado de nuestros desechos (Plásticos, PET y otros), generando una gran preocupación por la contaminación a nuestros recursos naturales. Sin embargo, en medio de todo ello surge México como un país líder en reciclaje de PET con 57.5 %, según la Asociación Ambientalista Ecología y Compromiso Empresarial (ESCOCE). País donde realizan distintas aplicaciones del uso del PET, uno de ellos su uso en morteros como reemplazo parcial de la arena, siendo la resistencia mecánica, la rigidez y el ahorro en costos sus principales ventajas (Pérez, 2017)

En Perú, San Miguel Industrias PET manifiesta que se fabrican 2 729 622 624 botellas PET al año, generando un enorme gasto y contaminación, a diferencia de fabricar un producto a partir de desechos reciclado, que es un 20% menos contaminante (“Reciclando plástico PET en el Perú”, 2016). Según el Ministerio del Ambiente (MINAM) los desechos plásticos han aumentado enormemente, tanto que para el 2018 el plástico era de 10% de los residuos generados en el país, lo cual la mayoría de estos terminan en nuestro mar (MINAM, 2018), siendo entonces uno de los principales contaminantes, en gran medida debido a la poca gestión de residuos, así como leyes que controlen su uso y producción, sumado a ello la poca educación y conciencia ambiental de las personas.

Podemos decir que, en Perú y nuestra región La Libertad el uso de botellas PET, la baja tendencia a reciclar y el mal manejo de residuos conlleva a contaminar nuestro medio ambiente. Así como en otros países, el nuestro no es ajeno a la creciente industria de la construcción, es por ello que en materia de contribuir a los esfuerzos por mitigar la contaminación con los desechos PET. Una potencial solución es reciclar PET e incluirlos como parte del concreto armado, reemplazando al acero en la construcción de nuestras viviendas, específicamente en elementos no estructurales, además de contribuir al medio ambiente, los costos serían menores.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de un concreto no estructural?
- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas acero?
- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero?
- ¿Cuál es la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural común y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

3. Determinar la resistencia a la flexión de un concreto no estructural.
4. Determinar la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de acero.
5. Determinar la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.
6. Comparar la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural común y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.

### **1.4. Justificación de la investigación**

#### **1.1.1. Justificación tecnológica**

El proyecto que elaboramos está inclinado a innovar los materiales de refuerzo del concreto armado no estructural con el remplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado, logrando así incentivar de gran manera el desarrollo y uso de nuevos materiales de refuerzo del concreto no estructural contribuyendo así a la disminución de grandes cantidades de fibras de PET en nuestro entorno.

#### **1.1.2. Justificación Económica**

Así mismo, el uso de varillas de PET reciclado en remplazo del acero en un concreto no estructural disminuirá el costo de la fabricación de los elementos de concreto permitiendo que familias de sectores menos favorecidos tengan la posibilidad de construir viviendas con materiales ecológicos de bajo costo.

#### **1.1.3. Justificación Socio - Ambiental**

Las botellas PET que son desechados luego de cumplir con sus propósitos nos generan enorme gasto y contaminación, por lo tanto, buscamos encontrar un valor agregado

a este tipo de material incorporándolo como refuerzo de un concreto no estructural, logrando así una considerable disminución de los daños que se generan en nuestro ecosistema.

Una potencial solución es reciclar PET e incluirlos como parte del concreto armado, remplazando al acero en la construcción de nuestras viviendas, específicamente en elementos no estructurales, además de contribuir al medio ambiente, los costos serían menores; buscando así el beneficio de algunos sectores de construcción a nivel local, nacional e internacional.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO CONCEPTUAL

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Hui et al (2021) Desarrollaron en Xi'an una investigación titulada "Experimental research on eccentric compression of reinforced concrete columns strengthened by prestressed PET straps and angle steel" la cual tuvo como objetivo determinar la compresión excéntrica en columnas de concreto armado al ser reforzadas con flejes de PET pretensado y ángulos de acero, por lo tanto se desarrollaron cuatro columnas de concreto armado a escala, a las que se les aplicó análisis de las cualidades de falla, deflexión lateral y compresión axial. Encontrando que al agregar refuerzo combinado de flejes PET más ángulos de acero a las columnas de concreto armado, el rendimiento a compresión creció en un 10.40% y el desplazamiento del límite creció en un 116.9%, además de suprimir en gran medida los agrietamientos.

Meza de Luna y Ahmed (2020) Presentaron una investigación en Aguascalientes titulada "Anisotropy and bond behaviour of recycled Polyethylene terephthalate (PET) fibre as concrete reinforcement" en donde se realizó un estudio con PET reciclado y su uso como refuerzo en el concreto, para determinar tensión uniaxial, extracción y flexión en tres puntos. Para lo cual emplearon 18, 54 y 12 muestras respectivamente para cada caso experimental, los resultados obtenidos fueron analizados con los métodos ANOVA y Tukey, concluyendo anisotropía en PET reciclado, según resultados de tracción, no obstante, la interacción fibra-concreto de PET reciclado fue baja. Asimismo, la interacción fibra-concreto de PET presentó una capacidad de extracción frágil. Finalmente se encontró que la adición de filamento de PET reciclada mostró un crecimiento de aproximadamente un 6% en la resistencia a la flexión del concreto.

Almeshal et al. (2020) Llevaron a cabo en Gaza una investigación titulada "Eco-friendly concrete containing recycled plastic as partial replacement for sand" teniendo como finalidad indagar los resultados del uso de PET como remplazo parcial de la arena en un concreto. Para ello se trabajó con 6 muestras de concreto con PET, en remplazo parcial de la arena en porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50%. Encontrando que el peso

unitario se reduce, además que la sustitución parcial de arena afecta las cualidades mecánicas del concreto, mostrando que las fibras adicionales ayudan a eliminar los plásticos y por ende se puede usar en las construcciones.

Adnan y Dawood (2020) Ejecutaron en Maysan una investigación titulada “Strength behavior of reinforced concrete beam using recycle of PET wastes as synthetic fibers” teniendo como finalidad estimar las propiedades mecánicas del concreto simple con fibras tereftalato de polietileno, además de comprobar la influencia de estos en las vigas de concreto armado, para lo cual se realizaron cuatro mezclas de concreto simple con distintas proporciones de PET en distintas formas y tamaños con las que se construyó vigas de 150 x 200 x 1400 mm, aplicándose los ensayos necesarios para estimar las características mecánicas. Obteniendo como resultado un descenso en la carga de rotura última y su rigidez secante. Sin embargo, se mejoró considerablemente la ductilidad y rigidez inicial.

Mohammed y Faqe (2020) Realizaron en Sulaimani una investigación titulada “Experimental behavior and analysis of high strength concrete beams reinforced with PET waste fiber” el cual describe las propiedades del concreto y su elevada resistencia que abarca fibras de PET en volumen y dimensión de fibras. La existencia de diferentes investigaciones sobre el desenvolvimiento de este nuevo concreto en desarrollo, a permitido determinar que el agrietamiento en vigas de concreto armado disminuye al utilizar las fibras de PET reciclado, sin embargo, no permite aumentar la carga final. Así mismo se puede decir que hay una disminución en la resistencia del concreto, pero al comparar con una viga habitual sin fibra reciclada de PET el modo de falla no es muy diferente al de las vigas estudiadas.

Inayath et al (2020) realizaron en Dhahran una investigación titulada “Mechanical and thermal properties of lightweight recycled plastic aggregate concrete” con la finalidad de estimar el empleo de plástico reciclado como sustituto de los agregados que conforman un concreto, para ello se elaboraron muestras de concreto con tres clases de plásticos, con porcentajes diferentes. Llegando a concluir que al adicionar más plástico reciclado al concreto, flexión, módulo de elasticidad y la adherencia bajaran significativamente, así mismo se concluyó que la cantidad de plástico reciclado dependerá de la resistencia del concreto que deseamos alcanzar.



Fadadu et al (2020) realizaron en Ahmedabad una investigación titulada “A comparative study on stress-strain response and associated hysteresis for conventional and PET macro-reinforced concrete” teniendo como objetivo agregar tiras PET como refuerzo al concreto para menorar la variación en la respuesta tensión-deformación y la histéresis bajo cargas cíclicas, Teniendo como resultado que un concreto común sufre más daño a diferencia de un concreto al que se le adicionó fibras PET, según resultados de pérdida de energía de un concreto común y un concreto con fibras PET que es de 8 y 3.5 veces respectivamente, al aumentar la tensión a un 50%. Finalmente, se concluye que el concreto con fibras PET es mucho más dúctil y ofrece mayor rendimiento a un concreto común, bajo cargas cíclicas.

Díaz et al. (2019) Ejecutaron en Morelos una investigación titulada “Effect of Recycled PET (Polyethylene Terephthalate) on the Electrochemical Properties of Rebar in Concrete” El cual tiene la finalidad de usar PET reciclado y así contribuir a la mejora electroquímica del acero de refuerzo en concreto armado. Se usó diferentes formas de PET, tipo fibra, tipo rectángulos y una combinación de ambos, fue empleado en 3%, 5% y 8% como remplazo de la arena, estas muestras fueron expuestas a cloruro de sodio en 3% para imitar un entorno marino, en un tiempo de 300 días. Obteniendo como resultado que la muestra con formas tipo rectángulos de PET y la muestra combinada (fibra, rectángulos) son las más propicias a usar en los concretos armados, ya que estas muestran poca velocidad a corroerse, con valores de  $1 \times 10^{-1} \mu\text{a}/\text{cm}^2$ . A diferencia de la muestra que contenía solo fibras PET, la cual mostró mayor corrosión, alcanzando valores de  $2 \times 10^{-1} - 5 \times 10^{-1} \mu\text{a}/\text{cm}^2$ , semejante a la muestra base.

Kien et al (2018) Realizaron en Sendai una investigación titulada “Recycling woven plastic sack waste and PET bottle waste as fiber in recycled aggregate concrete: An experimental study” la cual tuvo como objetivo averiguar el potencial que ofrecen los desechos de plástico y PET reciclados como fibras en un concreto reciclado, estos fueron estimados según sus propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto. Encontrando que, los desechos de plástico y PET reciclados son resistentes a los álcalis. Además, al mezclar fibra de PET reciclado con silica fume su resistencia a la compresión crece en un rango de 3.6 a 9%, sumándole a ello un 16.9 a 21.5%, 11.8 a 20.3% y 7 a 15% de módulo elástico, resistencia a la tracción por división y resistencia al corte respectivamente a diferencia de las

mezclas de concreto reciclado sin fibra, sin dejar de mencionar que los desechos de plástico y PET reciclado contribuyen a disminuir el agrietamiento.

Mohammed (2017) Realizó en Sulaimani una investigación titulada “Flexural behavior and analysis of reinforced concrete beams made of recycled PET waste concrete” la cual tuvo como objetivo comparar el comportamiento a flexión en una viga de concreto armado con desechos de PET, frente a una viga de concreto armado tradicional, para ello se llevó a cabo un análisis de regresión y encontrar ecuaciones para determinar la resistencia a la compresión, encontrando que las partículas de PET reciclado como remplazo de la arena reducen la resistencia del concreto de 12 a 21%, sin embargo la rigidez es muy semejante entre ambos concretos armados, así mismo la capacidad de carga última disminuyó y la reacción de deflexión de carga se modificó tenuemente hasta en un 15% al usar los desechos de PET. Concluyendo que, se puede adicionar hasta un 15% de PET al concreto armado en vigas y usarlas con fines estructurales de forma segura.

Mohammed (2017) Ejecutó en Sulaimani una investigación titulada “Modelling the mechanical properties of concrete containing PET waste aggregate” con la finalidad de examinar datos existentes sobre las propiedades mecánicas de concretos que poseen PET y proponer ecuaciones para determinar las resistencias, rotura y elasticidad, encontrándose la existencia de una buena correlación entre estas propiedades y la resistencia a la compresión del concreto con fibras PET, además se halló que las fórmulas empleadas son confiables tanto para concretos con fibra PET y demás desechos plásticos.

Ochia et al. (2007) Desarrollaron en Tokio una investigación titulada “Development of recycled PET fiber and its application as concrete-reinforcing fiber” El cual tiene como objetivo buscar la aplicación de fibra de PET como refuerzo en los concretos, a partir de la producción de fibras PET de botellas usadas y recicladas, método con el cual las fibras PET y el concreto se mezclan con facilidad en un porcentaje de 3% de adición de fibra PET. Los resultados determinaron que la tensión de humectación del PET era menor al alcohol polivinílico (PVA), sin embargo mucho mayor al Polipropileno (PP).

Dueñas y Soto (2020) Desarrollaron en Lima su tesis titulada “Propuesta de vivienda sostenible utilizando concreto con fibras PET en un sistema de albañilería confinada y trombe a fin de mejorar el confort térmico en la sierra semi urbana” teniendo como finalidad

utilizar fibras de PET en las mezclas de concreto sumándole el sistema trombe, para la construcción de una vivienda de albañilería y mejorar así la comodidad térmica en el interior de esta, para dicho estudio se basó en información de investigaciones existentes, para dar con la forma y el modo de empleo del PET en el concreto. Encontrando que el método usado en este estudio, aumento en gran medida la eficacia térmica del prototipo de vivienda construida.

Amaya y Ramírez (2019) Desarrollaron en Bogotá una investigación titulada “Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras” teniendo como objetivo examinar el comportamiento de un concreto armado al agregarle diferentes fibras y saber si existe una mejora considerable al realizar los ensayos de compresión y flexión, para esta investigación se empleó 4 tipos de fibra (PET, acero, vidrio y cáñamo), en los cuales se usó como muestra 30 probetas con dos por cada tipo de fibra, para 7,14 y 28 días, sumándole 2 probetas patrones para cada periodo. Además de 10 vigas con dos para cada tipo de fibra, mas 2 vigas patrón (sin fibras), para los periodos de 14 y 28 días. A través de los ensayos de compresión y flexión se concluyó que la fibra de acero es la que demuestra mejora al concreto para compresión y flexión, sin embargo, al comparar los resultados con las probetas y vigas patrón las diferencias son mínimas. Por último, se encontró que las fibras de acero, cáñamo y PET tienen mayor resistencia y las fibras de cáñamo y PET las que presentan mayor adherencia y por ende una alta disminución a las fisuras.

Montoya y Tantaraico (2018) Ejecutaron en Trujillo su tesis titulada “Resistencia y rigidez a la flexión de elementos no estructurales reforzado con fibras tereftalato de polietileno reciclado usada como refuerzo en concreto armado” la cual tuvo como objeto encontrar la resistencia y rigidez de un concreto armado reforzado con fibras PET recicladas empleadas como acero de refuerzo, para la cual se elaboraron 15 muestras tipo viga de 1.20x0.15x0.15 m reforzadas con fibras de PET reciclado, divididas en tres grupos de 5 muestras con diferente cantidad de fibra agregada, estas fueron sometidas a ensayos de flexión, encontrándose una deformación unitaria en el límite elástico calculado en flexión de 0.1577.

## **2.2. Bases teórico-científicas**

### **2.2.1. Componentes del concreto**

El concreto es un material compuesto que consta de áridos (grava y arena), cemento y agua. Como material de construcción, el concreto se puede moldear en casi cualquier forma deseada, y una vez endurecido, puede convertirse en un elemento estructural, Sin embargo, actualmente abarca una amplia serie de productos; existen concretos elaborados con distintos tipos de cemento: aditivo dosificado, polímeros, ceniza, fibras, escoria de alto horno, fibras, ingredientes para mezcla, fibras entre otros; obteniendo materiales compuestos con distintos resultados y características (A.M & J.J, 1998).

El concreto es básicamente una mezcla de los componentes: cemento, agua y agregados; los cuales forman un mortero que tiene la función de ocupar los vacíos que existe entre las partículas del agregado grueso (Harmsen, 2002).

El concreto es un material compuesto que consta de áridos (grava y arena), cemento y agua. Como material de construcción, el concreto se puede moldear en casi cualquier forma deseada, y una vez endurecido, puede convertirse en un elemento estructural (Rivva López, 2013).

Este material también se contrae con una baja temperatura, sufre dilatación al aumento de esta, puede ser afectado por elementos agresivos y presenta ruptura si se le aplica esfuerzos mayores a su resistencia, por lo que se adapta de gran manera a las leyes de la física y química. (Pasquel Carbajal, 1992-1993).

Al día de hoy, el concreto es utilizado en distintas infraestructuras de gran envergadura como: edificios, naves industriales, puertos, vías terrestres y puentes en todo el planeta.

Se a logrado producir distintos concretos con alto nivel de propiedades interactuando adecuadamente las cantidades de materiales constitutivos (Barba y García, 2018).

Un concreto mal elaborado es una mezcla no homogénea y frágil, que está elaborado por un mortero simple de agregado, agua y cemento. Curiosamente los materiales que

componen un concreto bien elaborado son exactamente los mismos, el conocer como se elabora la mezcla es lo que hace la diferencia (A.M & J.J, 1998).

### **2.2.1.1. Cemento**

El cemento es un aglutinante, una sustancia que fragua, endurece y puede unir otros materiales juntos, para crear un material de resistencia y durabilidad adecuada. (Molina, 2006)

También se puede definir como una mezcla elaborada a base de arcilla molida y otros materiales los que se calcifica en forma de polvo, los cuales pasan por un proceso físico y químico, para luego obtener propiedades adherentes (La Torre, 2008).

### **Cemento Portland.**

La Norma de Estructura E.060 Concreto Armado – 2009, define al Cemento Portland como un material logrado de la pulverización del Clinker Portland con la adherencia de sulfato de calcio. Se acepta la aplicación de otras sustancias que no superen el 1% del peso total cuando la normativa que le corresponde determine que su adición no altere las características del cemento obtenido. Los materiales que se incluya se tendrán que pulverizar junto con el Clinker. Al agregar una cantidad necesaria de agua al cemento se producirá una plasta aglomerante que se tiene la propiedad de enducir al aire libre como también bajo el agua.

El cemento Portland ordinario es el tipo de cemento más común de uso general en todo el mundo, es un ingrediente básico del concreto, mortero y la mayoría de lechadas no especiales. Está constituido por los siguientes componentes (Pasquel Carbajal, 1992-1993):

## **Tipo de Cementos**

Los elementos que cumplan con la norma ASTM C-150 se pueden utilizar en la elaboración de concreto.

Se nomenclatura y clasificación se define por las características que posee cada tipo y el uso para se solicita. (INDECOPI, 2011)

**Cemento portland tipo I:** Es conocido como el cemento ordinario, es el más vendido en el mercado. Es utilizado, en áreas donde no es necesario características especiales. (INDECOPI, 2011)

**Cemento portland tipo II:** Tiene una resistencia moderada a los sulfatos, posee un moderado calor de hidratación. Es utilizado en edificaciones con climas agresivos o grandes cantidades de vaciados (INDECOPI, 2011).

**Cemento portland tipo III:** Es utilizado para resistencias tempranas y alto calor de hidratación (INDECOPI, 2011). En su mayoría se emplea en climas de temperaturas bajas o en estructuras que se necesita adelantar en una misma edificación.

**Cemento portland tipo IV:** Su calor de hidrataciones es de niveles bajos (INDECOPI, 2011). En su mayoría es utilizado para vaciados masivos.

**Cemento portland tipo V:** Posee una resistencia elevada a los sulfatos (INDECOPI, 2011), de uso obligatorio para suelos con características agresivas.

**Tabla 1***Cementos Peruanos*

MARCA	TIPO	PESO ESPECÍFIC O	SUPERFICIE ESPECÍFICA (cm <sup>2</sup> /gr)
Sol	I	3.11	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	3.06	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	...	3800

*Nota:* Extraída de Libro Diseño de Mezclas. Fuente: Rivva López, 2013.

En el mercado peruano se fabrica los cementos de Tipo I, Tipo II, Tipo IV.

### **2.2.1.2. Agregado Fino**

El agregado fino no puede contener más del 5% de arcilla o limo, tampoco más del 1.5% de partículas orgánicas.

Debe ser limpio, fuerte, durable, duro y exento de sustancias impura como álcalis, limo, polvo, pizarra y partículas orgánicas.

Las partículas que posee no deben ser menor a 1/4" de tamaño y su gradación tiene que cumplir con las disposiciones de la norma ASTM-C-33-99<sup>a</sup> (Pasquel Carbajal, 1992-1993). Se logra clasificar dependiendo su tamaño:

**Tabla 2***Clasificación de las arenas por su tamaño*

Arena fina	Sus granos pasan por un tamiz de malla de 1mm de diámetro y son retenidos por otros de 0.25 mm.
Arena media	Sus granos pasan por un tamiz de 2.5 mm de diámetro y son retenidos por otro de 1 mm.
Arena gruesa	Sus granos pasan por un tamiz de 5 mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5 mm.

*Nota:* Extraído de Bocanegra y Espejo, 2018**Tabla 3***Requisitos granulométricos del agregado fino*

Tamiz Estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
3/8"	100
#4	95 a 100
#8	80 a 100
#16	50 a 85
#30	25 a 60
#50	10 a 30
#100	2 a 10

*Nota:* Extraído de Diseño de estructuras de C°A. Fuente: Harmsen, 2002

### 2.2.1.3 Agregado grueso o piedra

Es un elemento esencial para la elaboración del concreto así mismo como el agregado fino, se utiliza en todo tipo de construcciones por las propiedades mecánicas que tienen los agregados, es utilizado frecuentemente en edificaciones por la alta resistencia que tiene; la calidad del agregado grueso determinara la buena o mala calidad de la mezcla (Bocanegra y Espejo, 2018).



Esta constituido por rocas sieníticas, dioríticas y graníticas, se puede utilizar grava zarandeada de ríos, piedra chancada o vaciamientos naturales. No debe contener más del 5% de arcilla o limo, tampoco más del 1.5% de partículas orgánicas. Es de mayor conveniencia que el tamaño máximo sea 1/5 menor que la distancia entre caras de encofrado, 3/4 de la distancia libre entre armaduras y 1/3 del espesor de losas (ACI-3.3.2).

**Tabla 4**

*Requisitos granulométricos del agregado grueso*

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS ASTM C-33 PARA AGREGADO GRUESO														
TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS (abertura cuadrada)	PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA STANDAR												
		4" (100 mm.)	3½" (90 mm.)	3" (75 mm.)	2½" (63 mm.)	2" (50 mm.)	1½" (37.5 mm.)	1" (25 mm.)	¾" (19 mm.)	½" (12.5 mm)	3/8" (9.5 mm.)	Nº 4 (4.75 mm)	Nº 8 (2.36 mm)	Nº 16 (1.18 mm)
1	3 ½" a 1 ½"	100	90-100	.....	25-60	.....	0 - 15	.....	0 - 5	.....	.....	.....	.....	.....
2	2 ½" a 1 ½"	.....	.....	100	90-100	35-70	0 - 15	.....	0 - 5	.....	.....	.....	.....	.....
3	2" a 1"	.....	.....	.....	100	90-100	35-70	0 - 15	.....	0 - 5	.....	.....	.....	.....
357	2" a Nº 4	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	10-30	.....	0 - 5	.....	.....
4	1 ½" a ¾"	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0 - 5	.....	0 - 5	.....	.....	.....
467	1 ½" a Nº 4	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	10-30	0 - 5	.....	.....
5	1" a ½"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0 - 10	0 - 5	.....	.....	.....
56	1" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-85	10-40	0 - 15	0 - 5	.....	.....
57	1" a Nº 4	.....	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	25-60	.....	0 - 10	0 - 5	.....
6	¾" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0 - 15	0 - 5	.....	.....
67	¾" a Nº 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	.....	20-55	0 - 10	0 - 5	.....
7	½" a Nº 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-70	0 - 15	0 - 5	.....
8	3/8" a Nº 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	85-100	0 - 30	0 - 10	0 - 5

*Nota:* Extraído de Chávez, 2003

### 2.2.1.4. Agua

El agua posee una participación fundamental en la hidratación del cemento, es imposible la elaboración del concreto sin la incorporación de H<sub>2</sub>O por que esta nos dará mejor trabajabilidad y fluidez. Para agregar agua al concreto se debe considerar lo siguiente (Guerrero, 1998):

- El agua potable es ideal para la elaboración de concreto.
- Para aguas no tratadas se tendrá q realizar un análisis químico antes de su uso.
- No será necesario verificar la calidad del agua potable.
- El agua utilizada debe cumplir con la normativa vigente.
- No se podrá aplicar agua con presencia de sustancias contaminantes, ácidos, sales o aceites.

## **Tiempo de fraguado**

Se refiere a la aplicación de agua luego de haber elaborado una mezcla de concreto de alguna estructura. Es el lapso de tiempo que pasa luego que se haya realizado la elaboración del concreto y la misma que demora el mortero de cemento en obtener la resistencia a la penetración especificada de una aguja (Vásquez, 2009). Por lo tanto, la situación que presenta esta prueba es la cantidad de agua en la mezcla.

### **2.2.2. Tereftalato de Polietileno (PET)**

Lo descubrió John Rex Whilfeld y James Tennant Dickson en año 1941, en 1965 se inicia a comercializar cuando Nathaniel Wyeth inicia a fabricar botellas para bebidas carbonatadas con la empresa DuPont. Pepsi-Cola inicia en 1977 la venta de sus productos en envases de PET, esto hizo que el PET se convierta en el material de que más creció en la época.

Es un plástico de alta calidad que esta identificado por el número uno, o por las siglas PET, con flechas alrededor colocados al fondo del envase que esta fabricado con este material, según codificación SPI.

#### **Figura 1**

*Símbolo de Tereftalato de polietileno*



*Nota:* Tomado de <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-quequeria-saber-del-pet-2806.htm>

## Definición

Es un derivado del petróleo con materia prima de plástico. Esta compuesta por gas, aire y petróleo crudo. La Industria Plástica Latinoamericana, ALIPLAST, determina que un kilogramo de PET está compuesto por 23% de líquidos derivados del gas natural, 13% aire y 64% petróleo (Rendon, 2008).

El PET es utilizado en la elaboración de botellas de agua mineral y gaseosa, etc. Los envases no son reutilizables por lo que generalmente son botados a la basura y con consiguiente terminan en rellenos sanitarios (Rendon, 2008).

En la actualidad el PET es reciclado de una manera mecánica, por lo general se presentan inconvenientes por la presencia de impurezas en las botellas como pinturas y pegatinas (Rendon, 2008).

**Tabla 5**

*Codificación de envases PET*

TIPO DE TERMOPLÁSTICO	CLAVE	TIPO DE USO
Polietileno tereftalato (PET o PETE)	1	Se utiliza para botellas de refresco carbonatado y para recipientes de comida.
Polietileno de alta densidad (HDPE O PEAD)	2	Empleado en las botellas de leche, detergente, bolsas, entre otros.
Policloruro de vinilo (PVC)	3	Frecuente en los envases de película fina y envolturas.
<b>Polietileno de baja densidad (LDPE)</b>	4	Este plástico fuerte, flexible y transparente se puede encontrar en algunas botellas y bolsas muy diversas (de la compra o para comida congelada, pan, etc.)
Polipropileno (PP)	5	Usado para las cajas de botellas, maletas, tapas y etiquetas.
Poliestireno (PS)	6	Empleado en la producción de vasos y platos de unícel y artículos moldeados por inyección.
Otros	7	Todas las demás resinas y materiales multilaminados. Son utilizados en productos que no tienen grandes especificaciones (Defensas de autos, postes, etc.)

*Nota:* Extraído de Tomado de Méndez, 2012.

“Existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por un peso molecular y cristalinidad” (Méndez, 2012, pág. 27); por lo general, se puede determinar por su tenacidad, pureza, alta pureza, elevada resistencia y ligereza. Por la dirección que presentan tiene características de resistencia química y resistencia.

## Propiedades del PET

El plástico está caracterizado por su elevada resistencia con respecto a su densidad, es resistente a los ácidos, tiene un buen aislamiento eléctrico, térmico y disolventes, etc. Presenta como características más resaltantes

- Alta resistencia química.
- Propiedades térmicas.
- Alto desempeño ante esfuerzos.
- Buen coeficiente de deslizamiento.
- Alto rendimiento frente a los desgastes.

Estas características nos hacen determinar que el PET es adecuado como una alternativa de refuerzo para el concreto. (Echevarría, 2017).

**Tabla 6**

*Datos técnicos del Polietileno Tereftalato*

<b>DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO - TEREFALATO (PET)</b>		
<b>PROPIEDADES MÉCICAS</b>		
Peso específico	134	g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción	825	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión	1450	kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (tracción)	2850	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al desgaste por roce	Muy buena	
Absorción de humedad	0.25	%
<b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	Baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	175	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	0.00008	mm po °C
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura ambiente	Buena	
	Arde con mediana	
Comportamiento a la combustión	dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	
Comportamiento al quemado	Gotea	

*Nota:* Extraído de Echevarría, 2017

## **Reciclaje del PET**

(Argueta, 2006), nos dice: “El reciclaje de manera mecánica normalmente es utilizado para la mayoría de los plásticos, con el siguiente proceso:

- **Acopio:** Los envases de PET reciclados vienen de la recolección de recicladores ambulantes, estos recorren calles y plazas disminuyendo así las cantidades que se dirigen a rellenos sanitarios. La separación debería realizarse en los hogares antes del recojo de la basura, pero no existe este tipo de clasificación de desechos, se vuelve fundamental la intervención de recicladores.
- **Compactado:** Los desechos recolectados son compactados para reducir su tamaño y así poder transportarlos con facilidad. Los bloques o paca de Per por lo general tienen las medidas de 153x130x85 cm., estos podrían llegar a pesar entre 200 a 600 kg dependiendo de la buena compactación o el nivel de compactación.
- **Separación:** Se realiza para liberar al PET de sustancias como metales, vidrios, algunos polímeros, cartón o pegatinas. La separación macro es realizada destapando y quitando la etiqueta (envases desechados) de manera manual. La separación micro se realiza por propiedades físicas como densidad, peso o tamaño.
- **Limpieza:** Los flakes o hojuelas de PET por lo general se contaminan con polvo, solventes, grasas, piedras o pegamento. Por esto son lavados para que se garantice que se eliminó las sustancias que presenta.
- **Secado:** Se realiza para eliminar la humedad que presenta el material, se puede utilizar secadores de aire o centrífugos, se podría utilizar aire frío o caliente que circule por el material”.

### **2.2.3. Resistencia a la flexión**

Es la deformación que muestra un bloque de forma alargada en la dirección perpendicular a su eje longitudinal. Se refiere a una forma alargada cuando una de sus dimensiones es mayor a las otras, como ejemplo tenemos las vigas que son diseñadas para trabajar a flexión (Rocha et. Al, 2005).

Cuando las secciones del elemento están sometidas por un momento flector variable este elemento se encontrará sujeto a una flexión simple y esto producirá un esfuerzo cortante. También podemos decir que una sección está sujeta a flexión compuesta cuando actúa sobre esta un esfuerzo axial y momento flector (Cervera y Blanco, 2001).

Según Rocha (2005) la resistencia a la flexión evalúa la conducta de esfuerzo-deformación de un material mediante un ensayo, esto se realiza cuando el material es muy frágil para hacer un ensayo por deformación. De igual manera lo más destacado en un objeto sujeto a flexión es la superficie de puntos llamada fibra neutral.

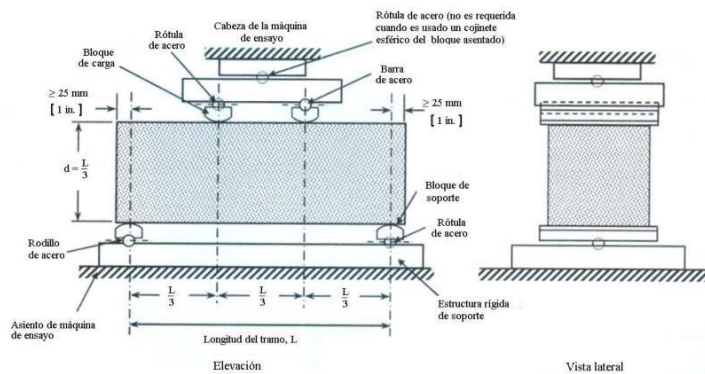
La resistencia a la flexión es expresada por el Modulo de Rotura (MR) y es medida en MPa (lb/in<sup>2</sup>), este modulo de roturo tiene relación de 10% y 20% con respecto a la resistencia a la compresión. Los métodos utilizados para elaborar este ensayo son el método apoyado con dos cargas a los tercios del tramo y también el apoyado con cargas en el centro del tramo (NRMCA, 2017).

- **Método apoyado con dos cargas a los tercios del tramo.**

Consiste en utilizar una carga a los tercios de luz del material hasta que se presente la falla. El MR será calculado de acuerdo como se ubique la falla, pudiendo ser esta dentro del tercio medio o también a una distancia no mayor del 5% de este. De igual manera la resistencia cambia por la dimensión del espécimen, por las condiciones de humedad, por su elaboración o las dimensiones que tenga los especímenes (NTP 339.078, 2012).

**Figura 2**

*Ensayo de flexión de vigas con carga a los tercios*



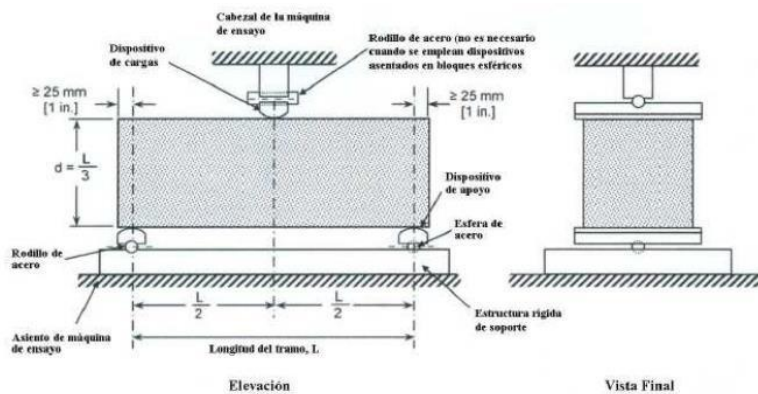
*Nota:* La figura nos muestra el diagrama del equipo ideal para trabajar el ensayo de flexión de vigas con cargas a los tercios. Fuente: NTP 339.078, (2012)

- **Método de apoyo de cargas en el centro del tramo**

Consiste en usar una carga en el centro del tramo hasta que se presente la falla, la carga se debe aplicar de manera perpendicular a la cara superior del espécimen de manera que se evite cualquier excentricidad. Asimismo, para llegar al punto de ruptura se debe aplicar durante el ensayo una carga con velocidad constante.

**Figura 3**

*Ensayo de flexión de vigas con carga al medio*



*Nota:* La figura nos muestra el diagrama del equipo ideal para trabajar el ensayo de flexión de vigas con carga en el punto medio. Fuente: NTP 339.078, (2012)

### 2.3. Definición de términos básicos

#### Resistencia a la flexión

“Es la capacidad de un cuerpo, elemento o estructura de soportar cargas sin colapsar” (Cabrera, 2011).

#### Concreto

“El concreto es una mezcla, adecuadamente dosificada, de cemento, agua y agregado fino y grueso. Adicionalmente también puede tener en su composición aditivos, adiciones y fibra” (Rivva López, 2008).

## **Agregados**

“Es el conjunto de partículas de origen natural y artificial, que pueden ser tratados o elaborados y fijados, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta norma. Se les llama áridos” (Rivera Martínez, 2013).

## **Cemento**

“Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos” (RNE, 2009).

## **PET (Polietileno Tereftalato)**

“Es un plástico que forma parte del grupo de los materiales sintéticos termos formables, tiene varios usos; entre los que destacan: fibras, envases y empaques misceláneos. Este compuesto se obtiene de la combinación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol” (Juárez N., María E., & Vera M., 2011).

## **PET reciclado**

“El Tereftalato de polietileno es un material que es reciclado, es un tipo de plástico utilizado mayormente en los envases de bebidas, en especial botellas de agua, y en textiles. El reciclaje de PET, tiene una gran importancia dentro de los plásticos, por su presencia masiva” (Juárez N., María E., & Vera M., 2011).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

**H0:** No existe influencia significativa del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural.



**H1:** Si existe influencia significativa del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

##### **Hipótesis específica 1**

No aplica

##### **Hipótesis específica 2**

No aplica

##### **Hipótesis específica 3**

No aplica

##### **Hipótesis específica 4**

**H0:** No existe diferencia entre la resistencia a la flexión de un concreto no estructural común, la de un concreto armado no estructural común y la de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.

**H1:** Si existe diferencia entre la resistencia a la flexión de un concreto no estructural común, la de un concreto armado no estructural común y la de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero; y es significativa.

#### **2.5.Operacionalización de variables**

##### **Variable Independiente:**

Varillas

##### **Variable Dependiente:**

Propiedades de un concreto no estructural

**Tabla 7***Operacionalización de variables*

<b>Problema</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
<b>¿Cuál es la influencia del remplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural?</b>	Varillas de PET reciclado trenzado.	Tipo de varilla a usar	Varilla de PET en remplazo de varilla de acero
	Resistencia a la flexión.	Resistencia a la flexión	Fuerza por unidad por área

*Nota:* Esta tabla resume como se medirán las variables de forma detallada. *Fuente:* Elaboración propia (2022)

## CAPITULO III METODOLOGIA

### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación del presente proyecto es de tipo aplicada, está centrada en la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería civil, buscando construir o modificar una realidad problemática; para lo cual se evaluará nuevos diseños, mejores procedimientos, variados productos, etc (Borja, 2014).

Así mismo, esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, con la recolección de datos numéricos y análisis estadísticos para de esta manera buscar validar la hipótesis, determinar los procedimientos y teorías. (Gómez, 2006).

Finalmente, también es del tipo experimental debido a que la variable dependiente produce un efecto por la manipulación de la variable independiente (Álvarez, 2020).

### **3.2. Método de investigación**

Esta investigación tiene un diseño experimental, en la cual se trabaja un ensayo de los testigos de concreto con post-test, con lo que se consiguió una cantidad de datos y se buscó determinar los resultados y la comprobación de la hipótesis de esta investigación.

### **3.3. Diseño de investigación**

La presente investigación, según la naturaleza de datos, se focaliza en un diseño experimental puro

### **3.4. Población y muestra**

#### **3.4.1. Población**

La población estuvo conformada por 45 probetas rectangulares tipo viga de 26x5x5 cm, de acuerdo a la norma ASTM C109, los que estuvieron divididos en 3 grupos de 15 probetas cada uno según el tipo de varillas (sin varilla, acero, PET reciclado) a colocar.

#### **3.4.2. Muestra**

La muestra de nuestra investigación estuvo formada por 3 grupos con distintos tipos de varillas de refuerzo para poder hacer un comparativo. Los grupos estuvieron formados de la siguiente manera:

- Grupo A: 1 varilla de PET reciclado trenzado de refuerzo (15 probetas)
- Grupo B: 1 varilla de acero corrugado (15 probetas)
- Grupo C: concreto no estructural sin varillas

Tuvimos un total de 45 probetas, con las cuales se realizó el ensayo de flexión.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la observación, se realizaron el control de datos mediante tablas para llevar un control ordenado. Luego de extraer los datos necesarios utilizamos los softwares: Ms Excel y SPSS, los que nos ayudaron a efectuar los cálculos estadísticos que necesitamos. Nuestra investigación se elaboró de manera completa en la Universidad Católica de Trujillo-Benedicto XVI, haciendo uso del Laboratorio de Materiales y Operaciones para determinar las muestras y ensayos, estos procedimientos fueron supervisados por nuestro asesor.

### **3.6. Métodos y técnicas de recolección de datos**

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la influencia del remplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado en elementos de concreto

armado no estructural, para lo cual se elaboraron un total de 45 muestras con medidas 26x5x5 cm, a las cuales se aplicaron distintos tipos de varillas de refuerzo.

Para la obtención de las varillas de PET reciclado trenzado, el proceso inició con la recolección de botellas de plástico reciclado (agua y/o gaseosa 3 litros), a continuación, fueron limpiadas y lavadas con la finalidad de eliminar algunas impurezas que presenten. Luego se realizó un corte para formar tiras de 5mm de ancho por el largo que podamos obtener de cada botella; con estas tiras se realizó un trenzado de 6 hebras aproximadamente para de esta manera lograr elaborar las varillas de PET reciclado trenzado.

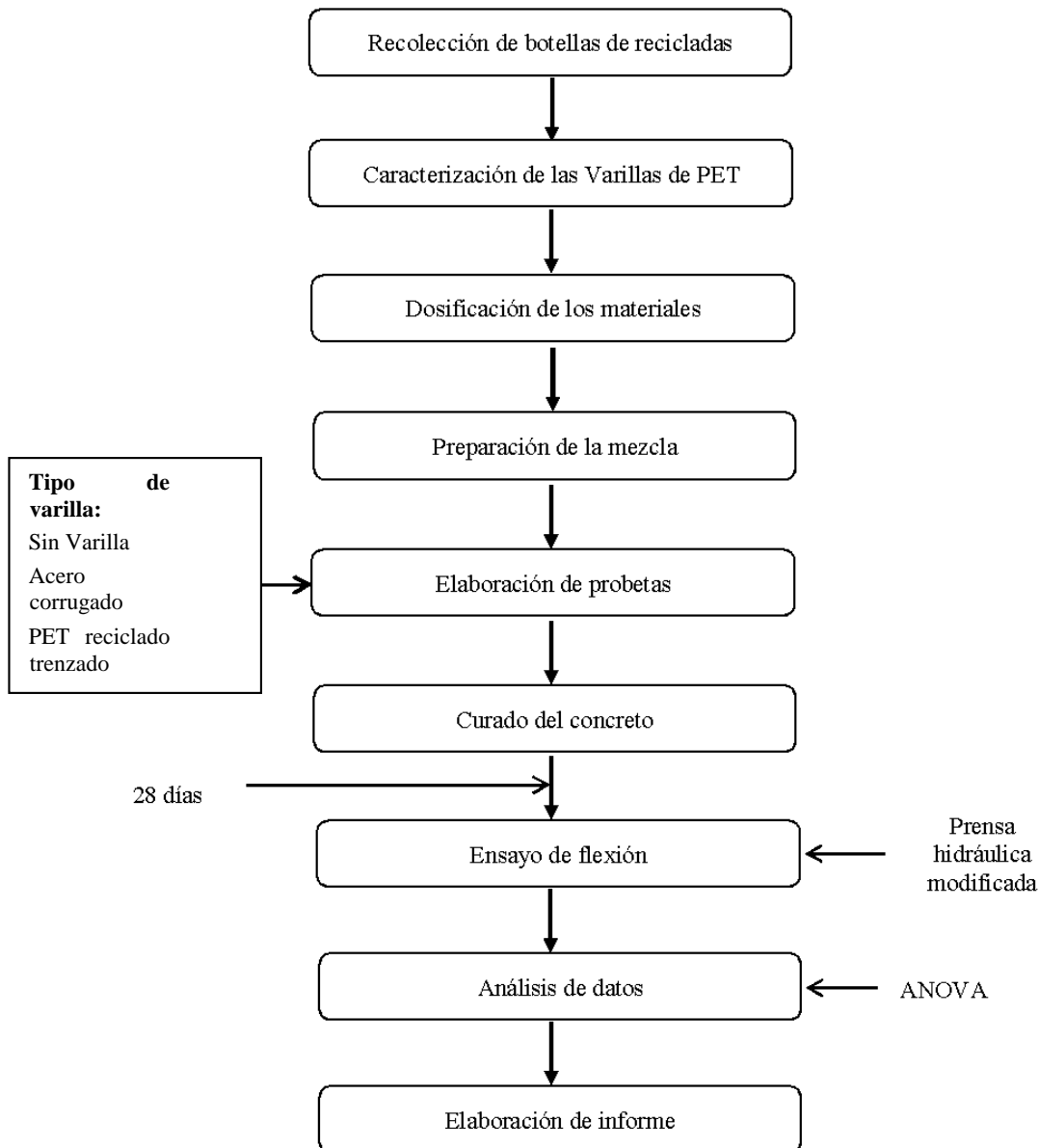
Luego se realizó la colocación de las varillas (de acero y de PET reciclado trenzado) en los moldes correspondientes, así como se elaboraron probetas sin refuerzo alguno; se tendrá que ver su horizontalidad, la distancia entre varillas y el encofrado y así verificar su correcta colocación.

A continuación, se elaboró el concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  el cual fue vaciado en las probetas ya listas con los distintos tipos de varilla de refuerzo, antes de proceder con el llenado de probetas se deberá verificar que estas se encuentren limpias y libres de cualquier impureza o sustancias; el llenado de probetas se realizó en dos capas realizando un vibrado luego del llenado de cada capa con la finalidad de no dejar ningún vacío. Al término del vibrado de las probetas se tuvo que dejar la superficie de esta alisada completamente.

Para explicar de mejor manera el procedimiento a realizar, se presenta el siguiente diagrama de flujo en la figura 4:

**Figura 4**

*Diagrama de flujo de proceso*



*Nota: fuente elaboración propia*

### 3.7. Ética investigativa

Los datos que se obtuvieron en nuestra investigación no fueron alterados ni manipulados, se realizó la recolección de datos de la manera más verídica posible respetando la ética investigativa.

## CAPITULO IV RESULTADOS

### 4.1. Presentación y análisis de resultados

#### 4.1.1. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto no estructural

Para determinar la resistencia a la flexión de un concreto no estructural, se procedió a someter a este ensayo a 15 probetas prismáticas de dimensiones 26x5x5 cm, estas probetas no presentaban refuerzo alguno y tenían un diseño de mezcla correspondiente a un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, estos resultados se muestran en la tabla 8

**Tabla 8**

*Resistencia a la flexión de concreto simple no estructural*

CONCRETO SIMPLE NO ESTRUCTURAL	
N° PROBETA	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	58.9
2	59.7
3	58.2
4	57.7
5	57.3
6	63.9
7	55.5
8	52.9
9	50.8
10	59.3
11	59.9
12	54.8
13	64.5
14	59.6
15	62.9
<b>PROMEDIO</b>	58.4

*Nota:* Resultados obtenidos experimentalmente en un laboratorio. Elaboración propia (2022)

#### 4.1.2. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de acero

En el caso de este objetivo, se procedió de igual manera que en el objetivo anterior, sólo que en este caso si se agregó un refuerzo, el cual consiste en una varilla de acero corrugado de  $\frac{1}{2}$ ° de diámetro, el concreto se vació en dos etapas, colocando en medio la varilla y tratando que esta esté lo más centrada posible en todas las direcciones, los resultados de este ensayo se muestran en la tabla 9

**Tabla 9**

*Resistencia a la flexión de concreto armado no estructural con varillas de acero*

<b>CONCRETO REFORZADO CON VARILLA DE ACERO CORRUGADO</b>	
<b>N° PROBETA</b>	<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	74.5
2	83.6
3	78.7
4	84.5
5	84.6
6	71.9
7	83.2
8	78.6
9	81.3
10	85.2
11	81.7
12	77.9
13	89.6
14	79.9
15	80.1
<b>PROMEDIO</b>	<b>81.0</b>

*Nota:* Resultados obtenidos experimentalmente en un laboratorio. Elaboración propia (2022)

#### 4.1.3. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero



Para lograr este objetivo, se procedió tal cual el objetivo anterior, es decir preparar las probetas en dos capas colocando la fibra al medio, en este caso es fibra de PET reciclado trenzada, para elaborarla se usaron 6 filamentos de PET de aproximadamente 0.5 cm de ancho, posteriormente se trenzaron como si fuera una soga para obtener una varilla hueca de ½” de diámetro, los resultados de este ensayo se muestran en la tabla 10

**Tabla 10**

*Resistencia a la flexión de concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado*

<b>CONCRETO REFORZADO CON VARILLA DE PET RECICLADO TRENZADO</b>	
<b>N° PROBETA</b>	<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	66.2
2	68.4
3	66.9
4	69.1
5	71.2
6	67.8
7	69.4
8	68.6
9	69.9
10	70.8
11	70.3
12	69.8
13	68.1
14	68.5
15	70.3
<b>PROMEDIO</b>	<b>69.0</b>

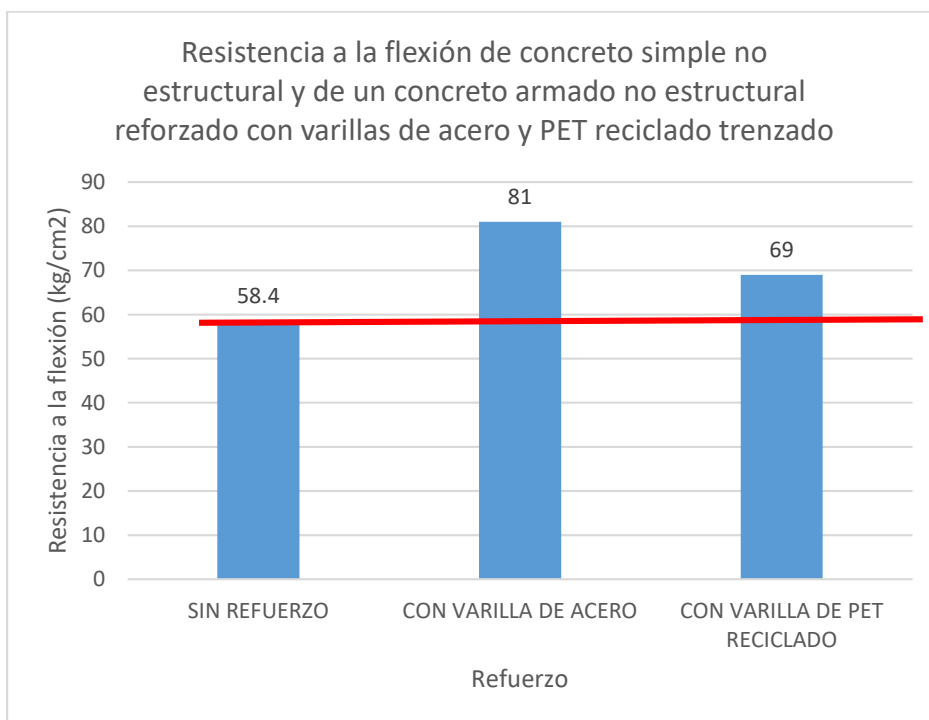
*Nota:* Resultados obtenidos experimentalmente en un laboratorio. Elaboración propia (2022)

**4.1.4. Comparación de la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural con varilla de acero y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero**

Para evaluar este objetivo es necesario realizar un gráfico de barras entre los promedios de la resistencia a la flexión de cada concreto elaborado, luego de esto se procede a comparar estos tomando como base al concreto simple no estructural (sin refuerzo), tal como se muestra en la figura 5

**Figura 5**

*Resistencia a la flexión de concreto simple no estructural y de un concreto armado no estructural reforzado con varillas de acero y PET reciclado trenzado*



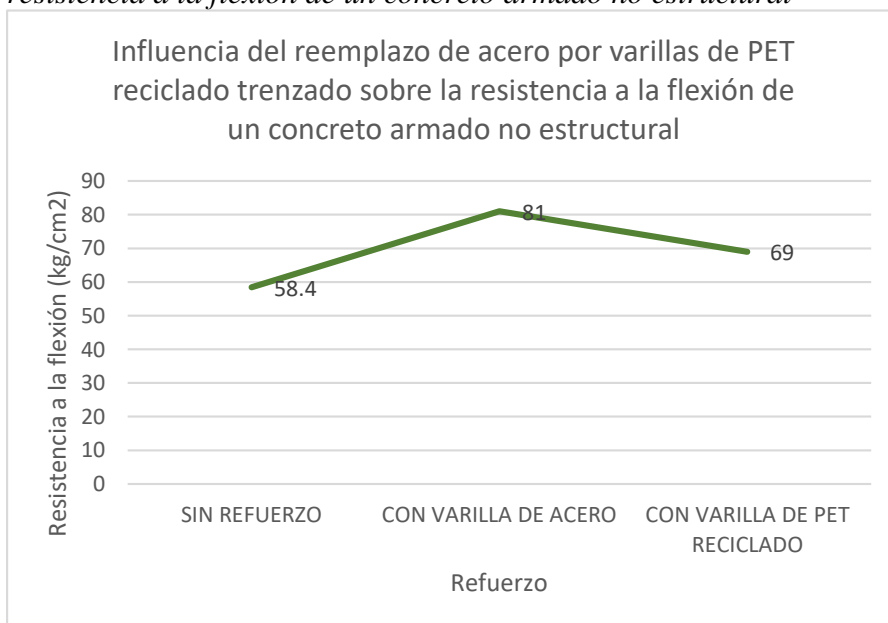
*Nota:* Datos obtenidos experimentalmente. Elaboración propia (2022)

Como se aprecia en la figura 5, el concreto no estructural con varilla de acero supera a todos los demás grupos evaluados, sin embargo el concreto con varilla de PET reciclado si ha logrado superar la resistencia a la flexión del concreto simple no estructural, el cual se toma como grupo control, en el caso del concreto con varilla de acero supera por un 39% al concreto sin refuerzo, y en el caso del concreto con varilla de PET reciclado, supera por un 18% al concreto sin refuerzo, teniendo que entre los concretos reforzados, hay una diferencia de 20% más en cuanto a la resistencia a la flexión, siendo mayor el que posee refuerzo de varilla de acero como se mencionó con anterioridad.

#### 4.1.5. Determinación de la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural

En el caso de la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural, efectivamente se observa que si existe influencia ya que existe variación entre la resistencia a la flexión, tal como se mostró en la figura 5, sin embargo, ha sido necesario elaborar la figura 6 para poder apreciar mejor este comportamiento, donde tenemos que el concreto reforzado con varilla de acero, posee mayor resistencia a la flexión que el concreto reforzado con fibra de PET reciclada trenzada (un 20% más resistente), es decir, si se piensa reemplazar la varilla de acero por fibra de PET reciclada trenzada, y analizando la resistencia a la flexión de estos, el reemplazo no sería posible, ya que no posee la resistencia requerida, teniendo una influencia negativa

**Figura 6**  
*influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural*



*Nota:* Datos obtenidos experimentalmente. Elaboración propia (2022)

Sin embargo, si analizamos otros factores como son el agarre de la fibra en el concreto y el tipo de fractura presente, si es posible utilizar la fibra de PET reciclada trenzada ya que el comportamiento ante la fractura es bueno al igual que el presentado por el concreto con varilla de acero (figuras 7 y 8 respectivamente), y concreto sin

varilla; y, teniendo en cuenta que se trata de un concreto no estructural, si se podría generar este refuerzo con PET reciclado

**Figura 7**

*Fractura presentada en el concreto reforzado con varilla de PET reciclado trenzado*



*Nota:* Foto tomada en laboratorio Elaboración propia (2022)

**Figura 8**

*Fractura presentada en el concreto reforzado con varilla de acero*



*Nota:* Foto tomada en laboratorio Elaboración propia (2022)

**4.2. Prueba de hipótesis**

**4.2.1. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto no estructural**

No aplica hipótesis

#### 4.2.2. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de acero

No aplica hipótesis

#### 4.2.3. Determinación de la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero

No aplica hipótesis

#### 4.2.4. Comparación de la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural con varilla de acero y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero

Para contrastar la hipótesis de este objetivo, se aplicó el ANOVA unidireccional, buscando determinar que al menos uno de los grupos evaluados es diferente a los demás, para esto se aplicó un nivel de significancia de 0.05% mostrando los resultados en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*ANOVA para la resistencia a la flexión de concreto no estructural reforzado con diferentes varillas*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3219,394	2	1609,697	47,320	,000
Dentro de grupos	1428,737	42	34,018		
Total	4648,131	44			

*Nota:* tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

Los resultados observados en la Tabla 11, muestran un valor del estadístico F es de 47.320 y una significancia obtenida (sig.) de 0.000%, esta al ser menor que la significancia planteada inicialmente de 0.05% ( $p < \alpha$ ), indica que, efectivamente de los grupos evaluados, al menos uno es diferente a los demás. Este ensayo es complementado

con la post prueba de Tukey, la cual nos indicará si la diferencia entre los grupos es o no significativa, los resultados se observan en la tabla 12

**Tabla 12**

*Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la flexión de concreto no estructural reforzado con diferentes varillas*

Refuerzo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Sin refuerzo	15	60,3933		
varilla PET reciclado trenzado	15		69,0200	
varilla de acero	15			81,0200
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

*Nota:* tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

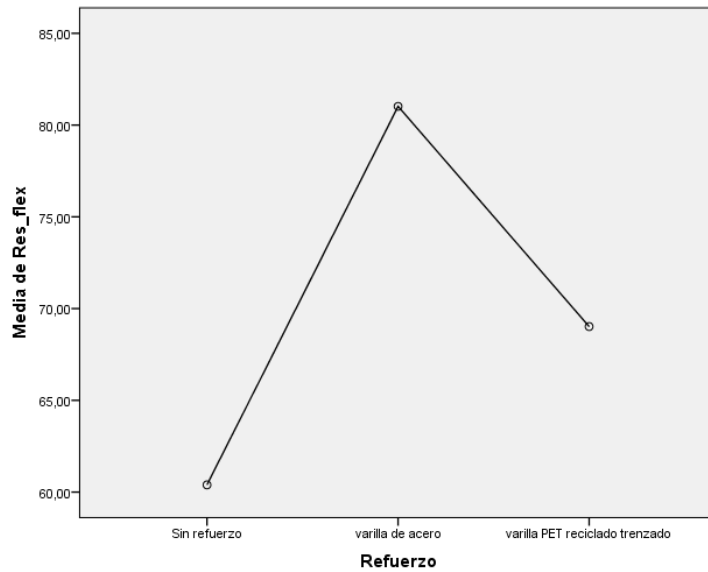
En la tabla 12 se observan los 03 grupos evaluados, estos se agrupan en 3 subgrupos, teniendo que existe diferencia significativa entre todos los grupos, de esta forma se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) “Si existe diferencia entre la resistencia a la flexión de un concreto no estructural común, la de un concreto armado no estructural común y la de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero; y es significativa.”

#### **4.2.5. Determinación de la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural**

Finalmente, para comprobar que existe una influencia reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural, basta con observar el comportamiento de resistencia a la flexión con respecto al refuerzo que posee cada concreto, y para esto tenemos la figura 9 donde se observa el gráfico de medias obtenido en el SPSS

**Figura 9**

*Influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural*



*Nota:* Gráfica obtenida en IBM SPSS (2022)

Tal como se observa en la figura 9, se puede apreciar que, si hay variación de la resistencia a la flexión cuando se tienen diferentes varillas de refuerzo, con lo que se aprecia que, si hay influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural, aceptando así la hipótesis alterna (H1) y rechazando la hipótesis nula (H0)

#### 4.3. Discusión de resultados

- En cuanto a, los valores encontrados son menores a los encontrados por Montoya y Tantaraico, a pesar de que se realizó el diseño de mezcla para la misma resistencia del concreto, la diferencia presentada se puede deber a que la máquina que usaron esos investigadores tenía medidores digitales, y en el caso de la presente investigación se realizó con manómetros de aguja, los cuales no son precisos al momento de tomar una medición.
7. En el caso de la determinación de la resistencia resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de acero, los resultados obtenidos están de acorde con Montoya y Tantaraico y Amaya y Ramírez, quienes también realizaron los ensayos con fibras de acero, teniendo resultados similares a los encontrados en esta investigación.
- Sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero, nuevamente hicimos la

comparación con Montoya y Tantaraico y Amaya y Ramírez, sin embargo, en este caso, los resultados obtenidos en esta investigación fueron mayores que los obtenidos por los mencionados autores, esto debido a que usaron fibras simple sin trenzar, y en el caso de esta investigación se usaron 6 de estas fibras simples y trenzadas como si fuera una soga, esto le dio mayor resistencia al concreto reforzado.

- Al comparar la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural común y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero, obtuvimos que el concreto reforzado con varilla de acero posee mayor resistencia a la flexión que los demás concretos, esto está de acuerdo a Montoya y Tantaraico, Amaya y Ramírez, Dueñas y Soto, Ochia et al. quienes encontraron que la resistencia ofrecida por el acero es mayor que la fibra de PET, sin embargo existe un porcentaje de fibra de PET que iguala la resistencia ofrecida por una varilla de acero.
- Finalmente, en cuanto a la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural, la presente investigación está de acuerdo con Ochia et al, Dueñas y Soto y Amaya y Ramírez quienes consideran que el concreto con fibra de PET reciclado no alcanza la resistencia necesaria, sin embargo puede ser usado en elementos no estructurales como un refuerzo en el concreto.

## CAPITULO V CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 5.1. Conclusiones



1. El reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado si influye sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural, teniendo que el comportamiento es decreciente, es decir el reemplazo de acero por varilla de PET reciclado trenzado reduce la resistencia a la flexión de un concreto no estructural, sin embargo, por tratarse de un elemento no estructural si se podría dar este reemplazo ya que si mejora la resistencia de un concreto no estructural simple (sin refuerzo).
2. En cuanto a la resistencia a la flexión de un concreto no estructural, se tiene 58.4 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual está de acorde a los valores obtenidos por diversos autores que se mencionan en los antecedentes
3. La resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de acero, obtiene un valor de 81 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este el valor más alto de lo obtenido entre los grupos evaluados se tiene que es un 39% mayor que la resistencia de un concreto no estructural y un 20% más alto que la de concreto con varilla de PET reciclado trenzado
4. La resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado, obtiene un valor de 69 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este valor mayor al que obtuvieron algunos antecedentes, eso se debe al tipo de varilla usada, en este caso es una trenzada, mientras que otros autores usaron varillas simples.
5. Al comparar la resistencia a la flexión de un concreto simple no estructural, un concreto armado no estructural común y un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero, se tiene que el valor más alto de resistencia lo presenta el concreto reforzado con varilla de acero, seguido del concreto reforzado con varilla de PET reciclado trenzado, siendo estos dos valores más altos que el obtenido por un concreto no estructural sin refuerzo en forma de fibra.

## **5.2. Sugerencias**

- Continuar la investigación, teniendo en cuenta el variar la cantidad de fibra de PET reciclado trenzado, así mismo caracterizar esta fibra para tener resultados de sus propiedades
- Con las propiedades de la fibra de PET reciclada trenzada, plantear modelos matemáticos que predigan el comportamiento de este material dentro del concreto.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Adnan, H., & Dawood, A. (2020). Strength behavior of reinforced concrete beam using re-cycle of PET wastes as synthetic fibers. *Case Studies in Construction Materials*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00367>
- Almeshal, I., Tayeh, B. A., Alyousef, R., Alabduljabbar, H., & Mustafa Mohamed, A. (2020). Eco-friendly concrete containing recycled plastic as partial replacement for sand. *Journal of Materials Research and Technology*, Volumen 9, 4631-4643. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.02.090>
- A.M, N., & J.J, B. (1998). *CONCRETE TECHNOLOGY*. LONDON: Addison Wesley longman.
- Amaya Alarcon, S., & Ramirez Zapata, M. A. (2019). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras. Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogota. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23923/1/PROYECTO%20D E%20GRADO%20ENTREGA%20FINAL.pdf>
- Davoud, T., Hashempour, M., & Heidari, A. (2018). Use of Waste Materials in Concrete: A review. *Science & Technology*, 515,516. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Davoud-Tavakoli/publication/325296325\\_Use\\_of\\_waste\\_materials\\_in\\_concrete\\_A\\_review/links/5b6be6b292851ca65053101e/Use-of-waste-materials-in-concrete-A-review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Davoud-Tavakoli/publication/325296325_Use_of_waste_materials_in_concrete_A_review/links/5b6be6b292851ca65053101e/Use-of-waste-materials-in-concrete-A-review.pdf)
- Díaz Blanco, Y., Menchaca Campos, E. C., Rocabrano Valdés, C. I., & Uruchurtu Chavarín, J. (2019). Efecto del PET reciclado (tereftalato de polietileno) sobre las propiedades electroquímicas de las barras de refuerzo en el hormigón. *Revista Internacional de Ingeniería Civil*, 487-500. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s40999-019-00478-3>
- Dueñas Cervantes, B., & Soto Hinojosa, W. D. (2020). Propuesta de vivienda sostenible utilizando concreto con fibras PET en un sistema de albañilería confinada y trmbe a fin de mejorar el confort térmico en la sierra semi urbana. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655016>
- Echevarría, E. (2017). Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

- Espejo, A., Bocanegra, A. (2018) Influencia de la granulometría y el porcentaje de reemplazo de ladrillo reciclado sobre la resistencia a la compresión, absorción y capilaridad en la fabricación de morteros para enlucidos de albañilería. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNT. [http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/894/browse?value=Espejo+Valdez% 2C+Yeyson+Antony&type=author](http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/894/browse?value=Espejo+Valdez%2C+Yeyson+Antony&type=author)
- Fadadu, M., Vadher, N., Trivedi, V., Mungule, M., & Iyer, K. (2020). A comparative study on stress-strain response and associated hysteresis for conventional and PET macro-reinforced concrete. *Construction and Building Materials*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120534>
- Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hui Si, J., Bin Chen, J., Yang Feng, S., & Xiong Qiu, S. (2021). Experimental research on eccentric compression of reinforced concrete columns strengthened by prestressed PET straps and angle steel. *Structures*, Volume 31, 1254-1264. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.02.052>
- Inayath Basha, S., Ali, M., Al-Dulaijan, S., & Maslehuddin, M. (2020). Mechanical and thermal properties of lightweight recycled plastic aggregate concrete. *Journal of Building Engineering*, Volume 32, 101710. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101710>
- Kien Bui, N., Satomi, T., & Takahashi, H. (2018). Recycling woven plastic sack waste and PET bottle waste as fiber in recycled aggregate concrete: An experimental study. *Waste Management*, 79-93. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.035>
- Mendez, E. (2012). Propuesta para sustitución de agregados pétreos por agregados PET, en diseño de mezcla de concreto con resistencia  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ , usado para banquetas, guarniciones y firmes. Tesina de Especialista en construcción. Universidad Veracruzana, México. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/30611>
- Meza de Luna, A., & Ahmed, F. (2020). Anisotropy and bond behaviour of recycled Polyethylene terephthalate (PET) fibre as concrete reinforcement. *Construction*

- and Building Materials, Volume 265, 120331. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120331>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (18 de Mayo de 2018). MINAM: El plástico representa el 10% de todos los residuos que generamos en el Perú. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plastico-representa-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>
- Mohammed, A. (2017). Flexural behavior and analysis of reinforced concrete beams made of recycled PET waste concrete. Construction and Building Materials, Volume 155, 593-604. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.096>
- Mohammed, A. A. (2017). Modelling the mechanical properties of concrete containing PET waste aggregate. Construction and Building Materials, Volume 150, 595-605. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.154>
- Mohammed, A., & Fage, A. (2020). Experimental behavior and analysis of high strength concrete beams reinforced with PET waste fiber. Construction and Building Materials, Volume 244. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118350>
- Molina, K. (2006). Evaluación de morteros para albañilería y revestimientos elaborados a base de cementos mezclados con escorias de horno (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Montoya Calderón, C. J., & Tantaraico Saldaña, E. R. (2018). Resistencia y rigidez a la flexión de elementos no estructurales reforzado con fibras tereftalato de polietileno reciclado usada como refuerzo en concreto armado. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4766>
- Ochia, T., Okubob, S., & Fukui, K. (2007). Development of recycled PET fiber and its application as concrete-reinforcing fiber. Cement and Concrete Composites, Volume 29, 448-455. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2007.02.002>
- Pasquel Carbajal, E. (1992-1993). Tópico de tecnología del concreto en el Perú. Lima: Libro 17 de la colección del Ingeniero Civil.

- Pérez Valencia, I. (4 de Julio de 2017). Fibras de PET para la construcción. Cienciamx Noticias. Obtenido de <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/materiales/16185-fibras-pet-construccion>
- Reciclando plástico PET en el Perú. (14 de Noviembre de 2016). Clima de cambios. Obtenido de <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/reciclando-plastico-pet-en-el-peru/>
- Rendón, L. (2008). Diseños de mezclas de Tereftalato de polietileno (PET)-cemento. Tesis de pre-grado. Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- Chávez, S. (2003). Concreto armado. Tarapoto: UNSM.
- Rivva López, E. (2013). Diseño de Mezclas. Lima: Imprenta Williams E.I.R.L.
- RNE. (2009). Norma E.060 Concreto Armado. Lima - Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Silva Herrera, R., & Ochoa González, G. H. (2019). Integración de PET reciclado a flexión en un elemento constructivo de concreto. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, México. Obtenido de <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i6.106>

# ANEXOS

**ANEXO 01**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**



**Anexos y/o apéndices**  
**ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DEL ACERO POR VARILLAS DE PET RECICLADO TRENZADO SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO ARMADO NO ESTRUCTURAL</p>	<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural ?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características de las varillas de PET reciclado trenzado?</li> <li>• ¿Cuál es la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero?</li> <li>• ¿Cual es la diferencia de la resistencia a la flexion de un concreto armado no estructural común con la de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero ?</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ho. No existe influencia significativa del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexion de un concreto armado no estructural.</li> <li>• H1. Si existe influencia significativa del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexion de un concreto armado no estructural.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p><b>Objetivo especifico 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica.</li> </ul> <p><b>Objetivo especifico 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No aplica.</li> </ul> <p><b>Obejetivo especifico 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La diferencia de la resistencia a la flexion de un concreto armado no estructural común con la de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en remplazado del acero no es significativa.</li> <li>• La diferencia de la resistencia a la flexion de un concreto armado no estructural común con la de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en remplazado del acero es significativa.</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la influencia del reemplazo del acero por varillas de PET reciclado trenzado sobre la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar las varillas de PET reciclado trenzado.</li> <li>• Determinar la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.</li> <li>• Comparar la resistencia a la flexión de un concreto armado no estructural común con la de un concreto armado no estructural con varillas de PET reciclado trenzado en reemplazo del acero.</li> </ul>	<p>Varillas de PET reciclado trenzado</p> <p>Resisten cia a la Flexion</p>	<p>Cantidad de material</p> <p>Resistencia a la flexión.</p>	<p><b>Tipo:</b> Experimental y aplicativa.</p> <p><b>Diseño:</b> Post-test</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Técnica de observación. Fichas y formatos de acuerdo a norma</p> <p><b>Métodos de análisis de investigación:</b> ANOVA unidireccional</p>

**ANEXO 02**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



Fibra de PET reciclada trenzada



Elaboración de probetas con las varilla de PET reciclado trenzado y varilla de acero



Rotura de probetas



Rotura de probetas



Probeta con varilla de PET reciclado trenzado



Probeta con varilla de acero

**ANEXO 03**  
**RESULTADOS SPSS**

ONEWAY Res\_flex BY Refuerzo  
 /STATISTICS DESCRIPTIVES  
 /PLOT MEANS  
 /MISSING ANALYSIS  
 /POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05) .

## Unidireccional

### Descriptivos

Res\_flex

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de ...
					Límite inferior
Sin refuerzo	15	60,3933	8,95891	2,31318	55,4321
varilla de acero	15	81,0200	4,44590	1,14793	78,5579
varilla PET reciclado trenzado	15	69,0200	1,42287	,36738	68,2320
Total	45	70,1444	10,27810	1,53217	67,0566

### Descriptivos

Res\_flex

	95% del intervalo de confianza ...	Mínimo	Máximo
	Límite superior		
Sin refuerzo	65,3546	50,80	89,70
varilla de acero	83,4821	71,90	89,60
varilla PET reciclado trenzado	69,8080	66,20	71,20
Total	73,2323	50,80	89,70

### ANOVA

Res\_flex

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3219,394	2	1609,697	47,320	,000
Dentro de grupos	1428,737	42	34,018		
Total	4648,131	44			

## Pruebas post hoc

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Res\_flex

HSD Tukey

(I) Refuerzo	(J) Refuerzo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
Sin refuerzo	varilla de acero	-20,62667 <sup>*</sup>	2,12971	,000
	varilla PET reciclado trenzado	-8,62667 <sup>*</sup>	2,12971	,001
varilla de acero	Sin refuerzo	20,62667 <sup>*</sup>	2,12971	,000
	varilla PET reciclado trenzado	12,00000 <sup>*</sup>	2,12971	,000
varilla PET reciclado trenzado	Sin refuerzo	8,62667 <sup>*</sup>	2,12971	,001
	varilla de acero	-12,00000 <sup>*</sup>	2,12971	,000

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Res\_flex

HSD Tukey

(I) Refuerzo	(J) Refuerzo	95% de intervalo de confianza	
		Límite inferior	Límite superior
Sin refuerzo	varilla de acero	-25,8008	-15,4525
	varilla PET reciclado trenzado	-13,8008	-3,4525
varilla de acero	Sin refuerzo	15,4525	25,8008
	varilla PET reciclado trenzado	6,8259	17,1741
varilla PET reciclado trenzado	Sin refuerzo	3,4525	13,8008
	varilla de acero	-17,1741	-6,8259

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

### Subconjuntos homogéneos



### Res\_flex

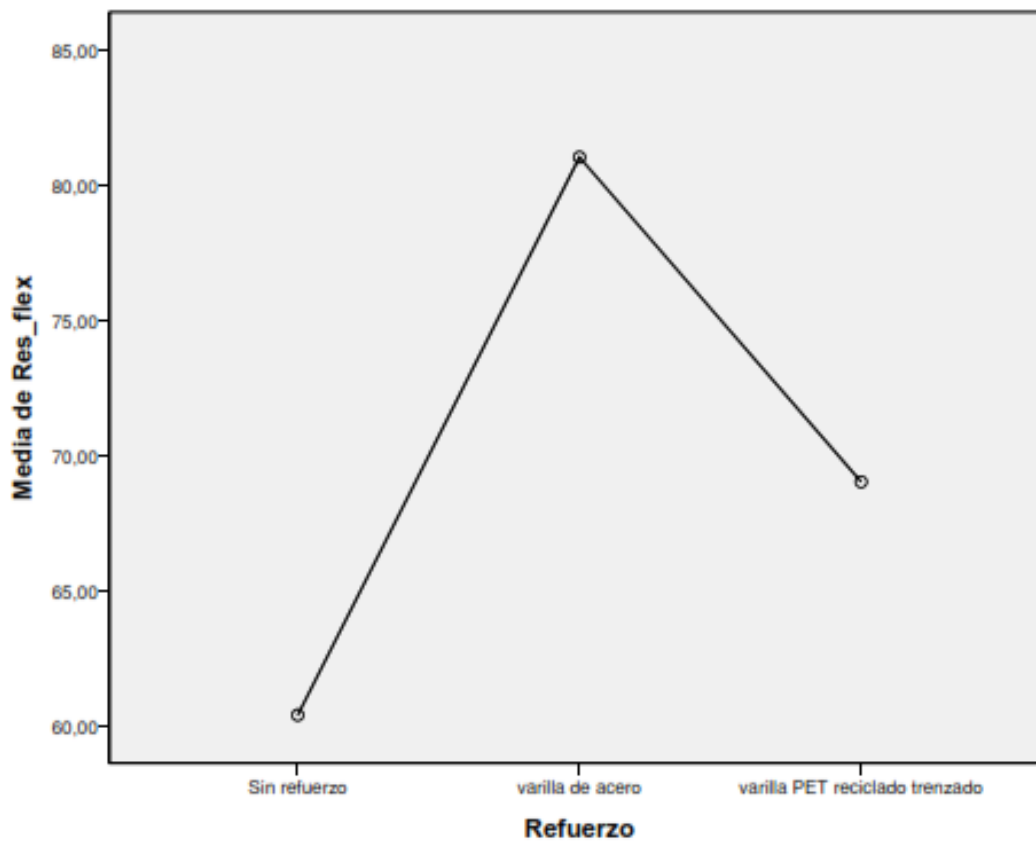
HSD Tukey<sup>a</sup>

Refuerzo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Sin refuerzo	15	60,3933		
varilla PET reciclado trenzado	15		69,0200	
varilla de acero	15			81,0200
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

### Gráficos de medias



**ANEXO 04**  
**RESULTADOS DE TURNITIN**

# INFLUENCIA DEL REEMPLAZO DEL ACERO POR VARILLAS DE PET RECICLADO TRENZADO SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO NO ESTRUCTURAL

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.cuc.edu.co">repositorio.cuc.edu.co</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://www.uct.edu.pe">www.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.uca.edu.sv">www.uca.edu.sv</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://es.hmongwiki.com">es.hmongwiki.com</a> Fuente de Internet	1%

9	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.uct.edu.pe:8080 Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
15	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	1 %
16	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
17	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	idoc.pub	

	Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
24	<a href="http://repositorio.unid.edu.pe">repositorio.unid.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
27	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://itcelaya.edu.mx">itcelaya.edu.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://repositorio.upeu.edu.pe">repositorio.upeu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

<1 %

32

tesis.unap.edu.pe  
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía Activo