



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Utilización de plástico reciclado (PET), en elementos prefabricados
de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019”

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

AUTOR:

Cordova Pacheco, Santiago (ORCID: 0000-0002-5655-5270)

ASESOR:

Mg. Carlos Danilo Minaya Rosario (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente investigación se la dedico a mi esposa e hijo, madre y padre y a todas las personas que me apoyaron en estos años con sus palabras, consejos, paciencia, para poder lograr mis sueños en mi vida profesional.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por darme la fortaleza y coraje para cumplir mis metas, el apoyo a mi esposa e hijo de estar siempre a mi lado.

Agradezco a la Universidad por darme la oportunidad de tener un futuro mejor a al Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos Danilo, por su apoyo de brindarme su experiencia profesional y sugerencias para poder terminar mi proyecto de investigación.

Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN	10
Formulación del Problema	11
Justificación de la investigación	12
Objetivos	13
Hipótesis.....	13
II. MARCO TEÓRICO	15
III. METODOLOGIA	27
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	27
Tipo de Investigación	27
Diseño de investigación	27
Nivel de Investigación	27
Enfoque de Investigación	27
3.2. Variables y operacionalización:	28
Variable Independiente: Plástico reciclado (PET).	28
Variable Dependiente: Elemento prefabricado de concreto de.....	28
$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28
3.3. Población, muestra y muestreo.	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5. Procedimiento.....	29
3.6. Métodos para el análisis de los datos.....	29
Método del Slump, el asentamiento del concreto.	29
Método del ensayo para determinar la Resistencia a la Compresión.....	32
Método del ensayo para la resistencia a la Flexión.	33
Método del ensayo para determinar la Resistencia a la Tracción.....	34
3.7. Aspectos éticos	35
IV. RESULTADOS	36
4.1. Ubicación Geográfica	36
Trabajo de Obtención de Datos.....	37
Trabajo de Laboratorio.....	37
4.2. Ensayos	38
Interpolación	38
Tabla 6: Resistencia a la Flexión.	40

Tabla 7: Resistencia a la Flexión.	41
Tabla 8: Resistencia a la Tracción.	42
Tabla 9: Resistencia a la Tracción.	42
4.3. Costos:.....	44
Tabla 10: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ como concreto patrón	44
Análisis de Precios Unitarios	44
Resistencia a la Compresión:.....	44
Resistencia a la Flexión:.....	46
V. DISCUSIONES	49
5.1. Determinar la influencia del plástico reciclado (PET), en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	49
Resistencia a la Compresión:	49
Resistencia a la Flexión:.....	49
Resistencia a la Tracción:	50
5.2. Determinar la influencia de la dosificación óptima del plástico reciclado (PET), en los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	51
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	62

Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro de probetas.....	28
Tabla 2: Consistencia y Asentamiento	31
Tabla 3: Tipos de construcción.....	32
Tabla 4: Resistencia a la compresión.....	38
Tabla 5: Resistencia a la Compresión.....	39
Tabla 6: Resistencia a la Flexión.....	40
Tabla 7: Resistencia a la Flexión.....	41
Tabla 8: Resistencia a la Tracción	42
Tabla 9: Resistencia a la Tracción	42
Tabla 10: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ como concreto patrón, para un metro cubico.....	44
Tabla 11: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para un metro cubico con adición del porcentaje óptimo de plástico reciclado PET de 1.20%.....	44
Tabla 12: Cantidad de material con adición de 1.2% de fibras PET.....	45
Tabla 13: APU con adición de 1.2% de fibras de plástico reciclado PET	45
Tabla 14: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para un metro cubico con adición del porcentaje óptimo de plástico reciclado PET de 1.40%.....	46
Tabla 15: Cantidad de material con adición de 1.4% de fibras PET.....	46
Tabla 16: APU con adición de 1.4% de fibras de plástico reciclado PET	47
Tabla 17: Cantidad de material con adición de Fibras Metálicas.	47
Tabla 18: APU con adición de Fibras Metálicas.....	48
Tabla 19: Comparación de Costos.....	48

Índice de figuras y graficas

Figura 1. Cono de Abrams.	30
Figura 2. Ensayo del cono de Abrams.	30
Figura 3. Asentamiento (Slump).....	31
Figura 4: Ensayo resistencia a la compresión.	33
Figura 5: Ensayo resistencia a la flexión.	34
Figura 7: Ubicación de la zona proyectada.	36
Figura 8: Proceso constructivo.	36
Figura 10: Modelo de cerco.....	37
Grafica 1: Resistencia a la Compresión.	40
Grafica 2: Resistencia a la Flexión.	41
Grafica 3: Resistencia a la Tracción.....	43

Resumen

En el presente trabajo su objetivo principal fue de dar a conocer sobre la reutilización de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), en forma de fibras con un largo de 5cm y un ancho de 1mm a 3 mm, para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, todo esto, se estaría apoyando en disminuir la contaminación del medio ambiente.

Esta investigación se desarrolló con el único fin de que el concreto cumpla un desempeño muy importante, adicionándole plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), para mejorar los elementos prefabricados de concreto, para lo cual, se hicieron comparaciones utilizando como referencia dos tesis.

Dicha investigación utilizó una metodología experimental donde se desarrollaron ensayos con la reutilización del plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), para edades de 7, 14 y 28 días y con porcentajes de 0.7%, 1.2% y 1.4% respectivamente, obteniendo resultado para la resistencia a la compresión como concreto patrón de 288.40 kg/cm² y con un porcentaje óptimo de 1.2% se obtuvo como resultado 303.91 kg/cm²; así como también para la resistencia a la flexión se obtuvo un resultado como concreto patrón de 45.33 kg/cm² y con un porcentaje óptimo de 1.4% se obtuvo un resultado de 49.80 kg/cm²; pero para la resistencia a la tracción como concreto patrón se obtuvo un resultado de 39.67 kg/cm² y tuvo una disminución con los tres porcentajes adicionados a dicho concreto de hasta 34.60 kg/cm².

Finalmente, con los ensayos calculados se vio, que es factible el uso de plásticos reciclados PET (Tereftalato de Polietileno), ya que su costo no se incrementa comparándolo con el concreto patrón y se sugiere que se empleen más estudios para que sea utilizado como adición al concreto por obtener resultados en aumento a la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión pero disminuyó con respecto a la resistencia a la tracción.

Palabras claves: Propiedades mecánicas del concreto, plásticos reciclados PET (Tereftalato de Polietileno).

Abstract

In the present work, its main objective was to make known about the reuse of recycled plastic PET (Polyethylene Terephthalate), in the form of fibers with a length of 5 cm and a width of 1 mm to 3 mm, to improve the mechanical properties of concrete, all of this, would be supporting the reduction of environmental pollution.

This research was carried out with the sole purpose of ensuring that the concrete fulfills a very important performance, adding recycled plastic PET (Polyethylene Terephthalate), to improve the precast concrete elements, for which, comparisons were made using two theses as reference.

This research used an experimental methodology where tests were developed with the reuse of recycled plastic PET (Polyethylene Terephthalate), for ages 7, 14 and 28 days and with percentages of 0.7%, 1.2% and 1.4% respectively, obtaining results for the compressive strength as standard concrete of 288.40 kg / cm² and with an optimal percentage of 1.2%, 303.91 kg / cm² was obtained as a result; as well as for flexural resistance, a result was obtained as a standard concrete of 45.33 kg / cm² and with an optimal percentage of 1.4% a result of 49.80 kg / cm² was obtained; but for the tensile strength as standard concrete, a result of 39.67 kg / cm² was obtained and had a decrease with the three percentages added to said concrete of up to 34.60 kg / cm².

Finally, with the calculated tests it was found that the use of recycled plastics PET (Polyethylene Terephthalate) is feasible, since its cost does not increase compared to the standard concrete and it is suggested that more studies be used to make it use as an addition to concrete for obtaining increased results in compressive strength, flexural strength but decreased with respect to tensile strength.

Keywords: Mechanical properties of concrete, recycled plastics PET (Polyethylene Terephthalate).

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional según estudios realizados se han encontrado alrededor de unas 3,500 partículas de plástico por kilómetro cuadrado, comentando que el plástico se puede utilizar en muchas formas, en nuestra época se utiliza para la venta de los productos que consumimos, es el producto que se está utilizando con mucha frecuencia por su costo de producción, resistencia y durabilidad para poder desintegrarse, eso hace que dure por muchos años en desintegrarse y para que se pueda descomponer se necesitaría la energía de los rayos ultravioletas muy altos.¹ Un instituto Tecnológico después de hacer varios estudios con respecto a la reutilización del desperdicio de plástico PET (tereftalato de polietileno), hicieron sus diseños para verificar en que porcentaje se debe de utilizar del plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno), más conocido como son los plástico usados en envases, y poder incorporarlo en la construcción del concreto, los cuales se pueden utilizar en obras de edificación, según las resistencias de estudio se manejó en $f'c$ de 150, 200, 250 y 300, pero se llegó a tener un resultados de $f'c=$ de 350 kg/cm².² Cumpliendo con todas las normas de la construcción, en países como México, San Salvador y Colombia.

Llegando a reutilizar el plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno), en diferentes porcentajes en algunos casos reemplazando al agregado grueso y en otros casos al agregado fino llegando a concluir que mejora la propiedad del concreto endurecido.

En el ámbito nacional se llegaron a mejorar losas de concreto agregando plástico PET, para la mejora de la propiedades mecánicas del concreto.³ Por otro lado también se utilizó el plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno), en tener un concreto con una resistencia de $f'c=$ 210 kg/cm², agregando distintos dosificaciones de 10% y 15%, respectivamente y obteniendo una disminución de resistencia a la compresión por el PH del plástico reciclado.⁴ En otras pruebas se agregó plástico reciclado PET, en porcentajes de 5%, 10% y 15%, y haciendo comparaciones con un concreto convencional.⁵, llegando a

obtener un aumento de volumen del concreto en un 10% en los departamentos de Lima, Huaraz y nuevo Chimbote.

La presente investigación se está realizando para ser utilizado en lima y sus distritos en poder fabricar un elemento de concreto prefabricado con un $f'c=210$ kg/cm² agregando plástico reciclado PET, en dosificaciones de 0.7%, 1.2% y 1.4% respectivamente reemplazando según el peso del cemento para luego someterlos realizar probetas de concreto y hacerle los ensayos para verificar la calidad del concreto cuyos ensayos son los siguiente: Las propiedades de la resistencia a compresión, a flexión y a tracción y encontrar una dosificación óptima de la manera ideal de poder incorporarle el plástico reciclado PET (polietileno de tereftalato), al concreto son en porcentajes y especificaciones adecuadas, según los especialistas habían comprobado la resistencia a la compresión y porosidad, la cual no fue afectado al concreto en su calidad. Dichas pruebas aceptadas hacen que se puede reutilizar los plásticos reciclados PET (polietileno de tereftalato), y está siendo haciendo aceptado en el mercado, en la preparación de dicho concreto con un cemento portland común y plástico reciclado PET (polietileno de tereftalato), en trozos pequeños cortados manualmente o triturados en medidas pequeñas.

Se tiene que realizar campañas en tener planes para recojo de desechos reciclables, tanto en ciudades y provincias y así promover el almacenaje y selección de dichos desperdicios sin costo alguno. Serian de gran importancia incorporar campañas de recolección ya sea en eventos y cualquier medio de comunicación, y lograr que las personas aprendan y enseñen a poder reciclar como el plástico que es el producto principal del reciclaje para poder tener mares limpios y aire puro.

Formulación del Problema

La formulación del problema señala que una vez obtenida una idea a investigar el estudiante o científico ya ha ahondado en el tema, es el momento que ya se encuentra en total seguridad de poder plantear el problema y puede mejorarlo y decidir con mucha responsabilidad en dicha investigación. En algunos casos la idea que se tiene del problema se puede plantear de inmediato o en algunas

ocasiones toma un tiempo considerable, eso depende la persona que está haciendo la investigación si realmente se ha comprometido con el tema a investigar.⁶

Problema general

¿Cómo influye el plástico reciclado (PET) en el concreto para aligerar los elementos prefabricados de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?

Problemas específicos

- ¿Cómo influye las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado (PET), en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?
- ¿Cómo influye las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado (PET), en las propiedades físicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?
- ¿Cómo influye la dosificación óptima del plástico reciclado (PET), en los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?

Justificación de la investigación

Este proyecto de investigación nos da a conocer que se puede reutilizar los plásticos reciclados PET (polietileno de tereftalato), en la preparación de elementos prefabricados de concreto, y así poder obtener elementos de concreto con buenos resultados y con resistencias adecuadas, además poder contribuir con la sociedad de poder construir con mucha facilidad y viviendas con mucha duración en el tiempo, así como también en poder elaborarlos de una manera masiva y tener mucha facilidad para poder transportarlos, para no malograr las vías , veredas, etc.

Según estudios el porcentaje de los residuos de plásticos reciclados PET (polietileno de tereftalato), es muy alto, el cual su contaminación perjudica al medio ambiente y a la diversidad de los animales generalmente marinos, ya que dichos desperdicios es arrojado al mar. Con la reutilización de dichos desperdicios reciclados PET (polietileno de tereftalato), en la elaboración de

elementos prefabricados de concreto se estaría apoyando en minimizar la contaminación del medio.

Objetivos

“Los objetivos deben de ser con mucha transparencia y precisos, para que puedan ser pragmáticos y convenientes. Son la base del estudio y hay que mantenerlos siempre en todo el desarrollo, para poder describirlos se tienen que usar verbos del tipo de: determinar, demostrar, examinar, comparar, etc., respecto a las variables que se tienen.” [7].

Objetivo General

Evaluar la influencia del plástico reciclado (PET), para mejorar los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.

Objetivos Específicos

- Determinar la influencia de las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado (PET), en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.
- Determinar la influencia de las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado (PET), en las propiedades físicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.
- Determinar la influencia de la dosificación óptima del plástico reciclado (PET), en los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.

Hipótesis

“La hipótesis señala que es una guía de investigación, nos orienta a demostrar y especificar las definiciones del tema a investigar. Se debe de plantear como una proposición, claro está que son contestaciones temporales de dichas definiciones de la investigación. De manera práctica uno se puede hacer una pregunta de algún tema la respuesta que se da es una hipótesis la cual se tendría que investigar si realmente el resultado es el correcto.” [8].

Hipótesis General

La incorporación del plástico reciclado (PET), mejorara el concreto en aligerar los elementos prefabricados de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.

Hipótesis Específica

- Las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%), del plástico reciclado (PET), mejoraran las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.
- Las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%), del plástico reciclado (PET), mejoraran las propiedades físicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.
- La dosificación óptima del plástico reciclado (PET), mejoraran los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.

II. MARCO TEÓRICO

Reyes, (2018), en su tesis *“Diseño de un concreto con fibras de Polietileno tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate – Lima Este (2018)”*, de la Universidad Ricardo Palma – Lima – Perú, para obtener el título de Ingeniero Civil, para lo cual su objetivo fue: Efectuar un diseño de mezcla con fibras PET (tereftalato de polietileno), en mejorar propiedades del concreto en la ejecución de losas en el AA.HH. Amauta, en el distrito de Ate, el tipo experimental con un estudio descriptivo con una población de probetas de forma cilíndrica de concreto con porcentajes de 0%, 0.5%, 1.0% Y 1.5% de plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno), y con una muestra de 12 probetas y su muestreo será representativa los instrumentos determinación de la densidad, el control del asentamiento para el concreto con la prueba del Cono de Abrams, resistencia a compresión, resistencia a flexión, como resultado se llegó a considerar un porcentaje adecuado de 1.5% donde se obtuvo una mezcla homogénea y trabajable y como conclusión es aceptado dichos diseños de concreto con diferentes dosificaciones de plástico PET en forma de fibras, además adicionando el Aditivo Visco-Crete 1110 en porcentajes adecuados incrementa la resistencia a compresión en el proyecto de construcción para losas del AA.HH. Amauta-Ate (2018).⁹

Jara (2018), en su tesis con nombre *“Resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con material de reciclaje plástico – Huaraz – 2017”*, de la Universidad San Pedro – Huaraz – Perú, para obtener el título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo: en esta investigación es establecer la propiedad de la resistencia a compresión con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, agregándole plástico reciclado PET, es de tipo experimental y estudio aplicativo con una población se tuvo al conjunto de todas las probetas con el diseño según lo establecido de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con una muestra de 27 probetas y un muestreo con una totalidad de las cuales 09 fueron de concreto patrón, 18 sustituyendo al agregado grueso por plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno) de 10% y 15% respectivamente y los instrumentos utilizados fueron hojas de cálculos en Excel, diseño de dosificaciones adecuadas para el concreto de 10% y 15%

respectivamente como resultado se tuvo que a los 28 días agregando 10% de plástico PET, llega a 198.87 kg/cm² y agregando el 15% de plástico PET, llega a 190.42 kg/cm², y como conclusión se pueda a llegar a tener buenos resultados de resistencia a compresión, si se consideramos menores porcentajes de los utilizados en la presente investigación.¹⁰

Lector y Villareal (2017), en su tesis *“Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote”*, de la Universidad Nacional del Santa – Chimbote - Perú, para obtener el título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo: es fabricar un concreto convencional agregándole plástico reciclado triturado PET (tereftalato de polietileno), para tener un concreto con buenas propiedades físicas y mecánicas. El tipo de investigación fue experimental, con una población de realizar probetas de concreto de 175 kg/cm² y 210 kg/cm² y con una muestra de 16 probetas y un muestreo en su totalidad las cuales 04 fueron de concreto patrón y 12 fueron agregando plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno) respectivamente de 5%, 10% y 15%, el resultado de tener buenas ganancias en fabricar concreto agregando plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno), donde nos muestra que aumenta a favor el volumen en un promedio del 10 %, en conclusión se recomienda utilizar porcentajes menores a la presente investigación, también reducir los tamaños y formas de las partículas del plástico reciclable PET (tereftalato de polietileno) para obtener una mejor característica física y mecánica del concreto.¹¹

Pinedo (2019), en su tesis con nombre *“Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c=210$ kg/cm², con la adición de plástico reciclado PET, en la ciudad de Tarapoto, 2018”*, proveniente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto - Perú, en obtener el título de Ingeniero Civil, teniendo como objetivo principal: Estudiar propiedades del concreto con adición de material plástico reciclado PET y como hipótesis general: Para las propiedades del concreto, mejorarán adicionando material de plástico reciclado PET en la mezcla, en conclusión, las muestras de concreto adicionando el 5%, 10% y 15% de plástico reciclado (PET), no muestran variación considerable en peso

con respecto a la muestra patrón, reduciéndose el peso en 0.66%, 1.43% y 2.55% respectivamente.¹²

Sierra (2016), en su tesis con nombre *“Usos y aplicaciones del plástico PEAD reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de viviendas en Colombia”* proveniente de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito – Bogotá – Colombia, en obtener el Grado de Magister en Ingeniería Civil, como objetivo principal: estudiar la factibilidad de tener la perspectiva de la aplicación del plástico reciclado PEAD como material principal para la elaboración de elementos estructurales utilizadas en construcción de obras en Colombia, con un tipo experimental, con una muestra de realizar probetas de concreto con un muestreo de agregando plástico reciclado para realizar pruebas de resistencia a compresión, resistencia a flexión, carga horizontal paralela y perpendicular al plano, con una población de diferentes probetas con material de plástico reciclado y con un resultado de encontrar la dosificación de concreto ya que en uno de éstos utiliza un concreto convencional como patrón de referencia y en el otro usa plástico reciclado (residuos triturados mixtos en diámetros entre 0.84 y 13mm de polietileno de alta densidad HDPE, el policloruro de vinilo PVC y polipropileno PP proveniente de basureros) como sustituto a los agregados como variable de estudio con una conclusión de su comportamiento ante altas temperaturas, su resistencia al fuego cumpliendo los lineamientos de la NSR-10, su comportamiento a volcarse ante cargas de viento, su comportamiento de flotabilidad en caso de inundación, el comportamiento de las uniones viga columna y su comportamiento dinámico ante cargas sísmicas.¹³

Palacios (2014), en su tesis con nombre *“Elaboración de PET-CONCRETO, buscando mejorar sus propiedades mecánicas de Tensión y Flexión”* proveniente de la Universidad Nacional de México – México D.F., en obtener el grado de Maestro en Ingeniería, teniendo como objetivo principal: Obtener el PET triturado flexible para reemplazarlo por el agregado fino en la fabricación de un nuevo concreto llamado “PET-Concreto” en las proporciones indicadas con un tipo experimental y con una muestra de testigos con dosificaciones de

diferentes en forma de hojuelas y con un muestreo de los testigos de hacerles las pruebas de resistencia a compresión, resistencia a flexión, las cuales podrán dar características también de las propiedades físicas y mecánicas, con una población de 4 probetas como resultado fue la sustitución del plástico reciclado PET (tereftalato de polietileno), por agregado fino del concreto ejecutando ensayos a compresión a los días de 7, 14 y 28 días, también el ensayo a flexión y tensión buscando mejoras sus características en conclusión sustituyendo el PET (tereftalato de polietileno), en el concreto produce una bajada de revenimiento y falta de coherencia lo que obligan a mayor consumo de agua cemento.¹⁴

Shudhira De Siva and T. Prasanthan (2019), with name "*Application of Recycled PET Fibers for Concrete Floors*", of the Institution of Engineers, Sri Lanka, ENGINEER – Vol I, II. N° 01, pp. (21-27), 2019. University of Ruhuna, notes that the high consumption of plastics in cities causes large amounts of waste from them. It is known that plastic has a very long time to degrade which its elimination has been a problem, as a result of this problem it was proposed to use recycled PET fibers as reinforcement to concrete. The addition of recycled PET fibers to the concrete slab has been discussed. This research consists of two stages: In the first stage, different volumes of recycled PET fibers were added, in 0.5%, 1.0, and 1.5% as percentages of concrete by volume. Having as a result the maximum volume of PET fibers for compressive and tensile strength with a percentage of 1.0%. Whose values obtained of the compressive strength was 22.4% increase and the flexural strength of 18.77% increase. In the second stage, said optimum fiber percentage (1%), obtained from the first stage, and was used to produce slab panels, which were subjected to tests of center point line load, weight loss load and a test of energy absorption, which performed better by comparing with conventional concrete slabs.¹⁵

Shudhira De Siva and T. Prasanthan (2019), en su título "*Aplicación de fibras de PET recicladas para pisos de hormigón*", señalan que por su alta cantidad de residuos se llegó a proponer utilizar dicho plástico reciclado PET (tereftalato

de polietileno) como refuerzo al concreto en volúmenes diferentes de fibras recicladas PET (tereftalato de polietileno), en 0.5%, 1.0, y 1.5% como porcentajes de concreto por volumen. Dando un resultado máximo volumen de fibras PET (tereftalato de polietileno) para la resistencia a compresión y tracción con una dosificación adecuada de 1.0% llegando a un resultado adecuado de 22.4% con un aumento de la resistencia a la compresión; con respecto a la resistencia a flexión de tuvo como resultado de 18.77%.¹⁶

Horáková and j. Novák (2019), with name "*Utilization of recycled plastic for plastic-based concrete*", of the Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, He points out that the environment and the sustainable progress of some of the construction industries consist of the use of raw materials for the design and construction of new structures. On the other hand, it was learned that China eloquently reduced the import of plastic waste in 2017, which raises the problem of the procedure for this waste in other states. A complex process of recycling such plastic waste influences the scientific community, in order to find new and more efficient ways of using this waste. The document deals with the behavior and mechanical properties of a completely innovative material called concrete based on plastic waste composed of natural aggregates and plastic waste that replaces cement as a binder. The completely unique composition of this concrete required first testing production technology and then conducting quasi-standard experimental tests to gain a basic understanding of the behavior and properties of this compound. The knowledge gained shows that special attention should be paid to the elaboration of material that takes place at high temperatures. The investigated compound has a relatively high tensile strength compared to conventional concrete and brittle fracture behavior. In the following research periods, optimization of production technologies and compound structure will be provided.¹⁷

Horáková y j. Novák (2019), en su título "*Utilización de plástico reciclado para hormigón a base de plástico*", señala que la producción de este material sería probar la tecnología de la producción para luego hacer unas pruebas

experimentales para obtener las propiedades y conductas de este compuesto. Dicho compuesto ha sido investigado y tiene una resistencia a la tracción muy relevante comparándolo con el hormigón convencional y el comportamiento de fractura, en las siguientes fases de investigación se calculará la optimización para dichas producciones y para una buena composición del compuesto.¹⁸

Abass Oda Dawood and Hamsa Mahir Adnan (2019), with name "Experimental Investigation of Using PET Wastes as tension Bars in Reinforced Concrete Beams", of the Journal of University of Babylon for Engineering Sciences, Vol (27), N° (1): 2019. Misan, points out that the main objective of this research is to know how to recycle PET plastic waste and use them as tension beams in reinforced concrete beams with a simple support. A total of 12 prototypes of beams with different dimensions (150 * 200 * 1400) mm, will be prepared, cast and tested, to monitor the effect of these debris as stress bars on the strength and serviceability of reinforced concrete beams. The mechanical properties (compression, divided tensile strength and flexural strength) whose samples were analyzed at the age of 28 days are evaluated. The test results showed that all the plastic half-bars failed, except for one case in which the deformed steel bar is used with an additional layer of PET bottle cut in two parts which showed an increase in the loading of final failure and deviation of 3.03% and 213.83% respectively, greater than the reference beam samples. The negative result of the PET half-bar in the final load of the beams is due to the failure of the bond between the two PET bars and the surrounding concrete, which made the PET bars to be weak spaces or regions within of the cross section of the beam.¹⁹

Abass Oda Dawood y Hamsa Mahir Adnan (2019), en su título "*Investigación Experimental del Uso de Residuos PET como Barras de Estrés en Vigas de Hormigón Reforzado*" señala que esta investigación su objetivo principal es saber cómo reciclar los desechos de plásticos reciclados PET (tereftalato de polietileno), y poderlos utilizar como vigas de tensión en el concreto armado con soporte simple. Preparando muestras de diferentes dimensiones tales como (150*200*1400) mm, los resultados de las pruebas mostraron que todas

las semibarras de plástico presentadas fallan excepto en el caso en el que la barra de acero deformada se utiliza con una capa adicional de botella de PET (tereftalato de polietileno), cortada en dos partes que mostró un incremento en la carga de falla final y la desviación del 3,03 % y 213,83 % respectivamente.²⁰

Acevedo – Posada (2018), con nombre “*Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezcla de concreto*” Universidad Eafit, como objetivo principal evaluar la resistencia a compresión y la manejabilidad del concreto con una dosificación parcial con respecto del agregado fino por el plástico reciclado PET (polietileno de tereftalato), de tipo experimental con una población de muestras de mezclas con diferentes dosificaciones de plástico PET (tereftalato de polietileno), sustituyendo al agregado fino con una muestra de las mezclas realizadas con dosificaciones de 5%, 10% y 15% agregados al concreto reemplazados por el agregado fino con el muestreo de hacerles las pruebas granulométricas del material y también la resistencia a compresión como resultado se prueba que el asentamiento y resistencia a la compresión dando promedios obtenidos por edad, dicha densidad corresponde a muestras con un tiempo de curado a los 28 días, en conclusión los resultados nos muestran el buen comportamiento de las mezclas incluyendo el PET (tereftalato de polietileno), con respecto de la resistencia a compresión el valor disminuyó con la sustitución del plástico reciclado PET, reemplazo por el agregado fino.²¹

Mendoza – Aire – Dávila (2011), con nombre “*Influencia de la fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plásticos y endurecido*” , las ventajas principales para las fibras de polipropileno adicionándolas al concreto endurecido, verificar la resistencia para el impacto y para la tenacidad; así como también para el estado fresco sería controlar la contracción plástica, adicionalmente controlar las fisuras de la estructura para brindar una mayor resistencia a la fatiga, según otros estudios nos indican que se tiene efectos negativos para la resistencia a compresión y aumenta a la resistencia a flexión, en otros estudios comentan que favorece significativamente la resistencia a compresión en un 25% cuando se emplea

porcentaje de fibras de polipropileno en un 0.5%., según estudios experimentales de la Universidad Nacional Autónoma de México, los cuales han evaluado la incorporación de fibras de polipropileno en dosificaciones de 1kg/m^3 , 3kg/m^3 y 5kg/m^3 , teniendo como resultado a la resistencia a compresión de 300 kg/cm^2 .²²

Armas, César (2016), con nombre *“Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico”*, para dicho experimento se hizo probetas con diferentes porcentajes para cada tipo de diseño de mezcla realizado en dicho estudio de los cuales fueron de 175 kg/cm^2 , 210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , y agregando tres tipos de porcentajes por 1 m^3 de concreto en las siguientes proporciones de 200 gr/cm^3 , 300gr/cm^3 y 400gr/cm^3 respectivamente llevándolos a comparar con un diseño de mezcla de un concreto patrón, obteniendo resultados de 0.81% hasta 3.05% de incremento según su resistencia a compresión, también obtuvo resultados favorables para la resistencia a flexión, incrementándose de 4.71% hasta 14.4% favorable por encima de los resultados del concreto patrón.²³

Definición del concreto

Los elementos prefabricados se pueden fabricar en zonas de mayor área ya sea en talleres o plantas destinadas a dichas fabricaciones, diferentes a la obra donde se va a utilizar dicho elemento prefabricado, los concretos prefabricados son removidos cuando estén curados y hayan alcanzado la resistencia adecuada para su traslado a la zona de trabajo donde se va a utilizar.²⁴

Cuando se mezclan el cemento con el agua reaccionan entre sí y forman una mezcla homogénea y manejable, en algunos casos se le puede agregar unas sustancias llamadas aditivos para el concreto las cuales hay en muchas variedades y dependiendo para que se necesita, dichos aditivos aplicados en el concreto mejoran algunas propiedades en cuando a su trabajabilidad, tiempo de fraguado, etc.²⁵

Propiedades del concreto:

El concreto en el estado fresco, es el momento inicial donde se mezclan los agregados y componentes hasta su etapa de fraguado, el comportamiento de concreto fresco son: La Trabajabilidad, nos indica que es un concreto con una mezcla de mucha facilidad y manipulación ya sea preparado en obra o trasladado por otros medios y al momento de colocación en cierta estructura se le pueda compactar con mucha facilidad.²⁶ y la Consistencia, nos indica que es la etapa que tiene el concreto para para deformarse o moldearse según el tipo de encofrado o forma específica. La consistencia depende de: verificar la cantidad de agua, según los tamaños de los agregados, verificar la granulometría y tener en cuenta la forma de los agregados, también los tipos de consistencia son varios tipos: tipo seco poder hacer un vibrado energético, tipo plástica donde el vibrado tiene que ser normal, tipo blando poder hacer un apisonado y tipo fluido poder utilizar una varilla. La Homogeneidad, nos indica que es la manera que tiene el concreto para que haya una distribución adecuada de los componentes en cierta proporción de la masa. La Uniformidad es según el número de compactadas, lo cual dependen de ciertas características tales como: un buen tipo de amasado, un transporte correcto, una buena colocación del concreto. La homogeneidad se pierde por tres causas principales: No hacer un buen mezclado, echar la cantidad superior a lo calculado de agua y controlar el porcentaje y granulometría de los agregados gruesos, las consecuencias obtenidas serian: Segregación, que sería la no combinación adecuada de los agregados y la Decantación, es la separación del agregado grueso que se van a parte inferior y el agregado fino se quedan en la parte superior.²⁷

En estado endurecido: 1). Impermeabilidad: nos señala que el concreto no es totalmente impermeable ya que es un sistema poroso lo cual deja pasar por sus poros líquidos, para poder tener un concreto impermeable se tendría que adicionar aditivos impermeabilizantes o tener el diseño agua cemento con una relación muy baja. 2). Durabilidad: el concreto es muy resistente, pero hay agentes que pueden afectarlos tales como la intemperie o incluso climas de baja y alta temperatura, para ello se le puede contrarrestar y proteger a dicho

concreto con un revestimiento que ayude a proteger la superficie y hacerlo más duradero y 3). Resistencia: señala que la resistencia de la compresión es la prueba muy importante para obtener la resistencia del concreto, aplicado a las probetas a cargas axiales y así obtener su resistencia alta a la compresión, generalmente alcanzados a la edad de 28 días medidos en el sistema de kg/cm^2 y su símbolo es $f'c$.²⁸

La resistencia a la flexión es utilizada generalmente en hacer diseños de pavimentos y losas de concreto en terrenos horizontales, se puede decir que la resistencia a flexión tiene como muestra la resistencia a la compresión, para así hacer comparación de los materiales y tamaño del componente. Se tiene valores de la resistencia a tensión de pruebas realizadas al concreto la cual es del 8% al 12% aproximado de la resistencia a compresión, existe un vínculo estimada de 1.33 a 1.99 multiplicado por la raíz cuadrada del valor de la resistencia a compresión y la resistencia a torsión realizadas al concreto, se vincula con el módulo de ruptura, la resistencia al cortante realizada al concreto puede variar del 35% al 80% de la resistencia a la compresión. La vinculación que existe entre la resistencia a compresión y la resistencia a flexión, tensión, torsión y cortante, según los componentes de dicho concreto y al lugar que está ubicado los factores principales que pueden afectar a cada resistencia del concreto, son principalmente la relación a/c, la edad del preparado y según la hidratación de las probetas, también son afectados la resistencia a flexión y a tensión.²⁹

Los Aditivos son productos adicionales en presentaciones en estado líquido y en polvo, que agregándole porcentajes adecuados a la mezcla del concreto no mayores al 5% del valor del cemento en su estado fresco en el momento de la preparación se puede alcanzar concretos con mayor trabajabilidad y resultados adecuados según el proyecto.³⁰

Definición de plástico reciclado (PET)

Dichos recipientes de tereftalato de polietileno (PET) componen uno de los elementos reciclables más utilizados en todo el mundo, se están envasando en su mayoría los productos con este material según sus cualidades: irrompible, económico, liviano, impermeable y reciclable; así como también viéndolo del

punto ambiental, el PET se considera con resinas de mejores características para poder ser reciclado, además en su fabricación se utilizan grandes cantidades de petróleo, pudiendo manipular unos 24 millones de galones, para poder elaborar 1.000 millones de botellas. A eso se le puede incluir sustancias tóxicas, metales pesados, químicos y pigmentos que quedan en el aire y así perjudicar silenciosamente la salud de humanos y animales.³¹

Se tiene varios tipos de plásticos tales como: el politereftalato de etileno, tereftalato de polietileno, polietileno tereftalato o polietilentereftalato son los tipos de plásticos más utilizados en los sectores de alimentación, los envases que son elaborados con PET tienen algunas características y aspectos que se deben de tener en cuenta: Tienen excelente barrera frente a los gases CO₂, O₂, la radiación UV y la humedad, es impermeable, es inerte, Tiene alta dureza y rigidez por eso es resistente al desgaste, cuenta con una alta resistencia química con buenas propiedades térmicas, su superficie puede barnizarse, es inalterable a la intemperie ante temperaturas que pueden oscilar entre los -20°C y 60°C, sin embargo dichos envases de PET no son biodegradables pero si es completamente reciclable, es totalmente apto para el uso alimentario en botellas, bandejas, etc.³²

Al aprovechar en poder reciclar y reutilizar el plástico PET muchas veces podemos reducir o tener la necesidad de volver a producir más plásticos, y así reducir las cantidades de residuos que van al vertedero, se pueden clasificar dichos plásticos PET pasando varias etapas y poderlo reutilizar en productos hechos a base de plásticos tales como: telas de polar, alfombras, botellas, etc.³³

Los plásticos, son aquellos materiales que se pueden modificar de forma en varias ocasiones haciendo la comparación con los materiales elásticos, son de material sintético con buenas propiedades que se le pueden utilizar en variedades de usos y aplicaciones, quizás haciendo las comparaciones con otros materiales en el mercado como: los vidrios, metales y madera, el plástico tuvo como origen en Gran Bretaña por los años 1859, donde elaboraron un plástico llamado fibra vulcanizada, ya por los años 1907 recién elaboran los primeros plásticos totalmente sintéticos, después de unas cuatro décadas a fines de la segunda guerra mundial los polietilenos de baja densidad y en

paralelo las industrias del plástico, para la producción de los plásticos las primeras materias utilizadas fueron de origen vegetal, las cuales son provenientes del algodón, almidón y avellanas. En nuestra realidad todas las materias utilizadas para la producción del plástico provienen del petróleo crudo o del gas natural previos procesos químicos. Existen dos familias de plásticos: Termoplásticos: son la variedad de plásticos que se pueden reciclar fácilmente cuando se calienta se le puede moldear fácilmente sin que pierda sus propiedades originales. Son de gran variedad del tipo de termoplásticos entre ellos se encuentra el PET, también están los: PEAD, PP, PVC, PS, PC, PEBD y EPS y los Termoestables: son los plásticos difíciles de reciclar ya que por sus componentes al momento de ser fundidos su estructura molecular se destruye y ocasiona la alteración en sus propiedades originales, entre ellos se encuentran: las resinas fenólicas, ureicas, etc. Es necesario recalcar que existe poca compatibilidad entre la familia de los termoplásticos y termoestables comparando sus estructuras químicas. Existen ventajas de los plásticos: Por su densidad muy baja dichos materiales son ligeros; Son fáciles de moldear y así nos permite tener formas diferentes ya sea normales o complejas, sin tener que utilizar mayor energía y gasto para su propósito; Son térmicos aislantes; Dichos materiales soportan alta resistencia a la corrosión o algunos agentes químicos y son utilizados para envases.³⁴

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

La indagación que se aplica está asociada con la indagación básica, ya que necesita tener soluciones y desarrollo de esta última. Busca hacer comparaciones de la hipótesis con la verdad.³⁵

La presente investigación desarrollada en de tipo **aplicativo** ya que es necesario realizar las pruebas de resistencia de las mezclas, analizar los resultados obtenidos con la normatividad vigente.

Diseño de investigación

La estrategia que se adoptará para el diseño de la investigación, de acuerdo con el problema planteado, la investigación es **experimental** en donde se someterá a los agregados naturales y agregados de plástico reciclado (variables independientes) a ensayos, para observar los efectos que se producen en dicha producción de concreto estructural (variable dependiente).

Nivel de Investigación

Para los períodos de investigación están en relación a las características que tiene el estudio dentro de la indagación de los aspectos que pertenecen a los fenómenos estudiados.³⁶

El Nivel de Investigación es **explicativo** y **descriptivo**.

Enfoque de Investigación

La orientación cuantitativa maneja el análisis de recolección de datos con el propósito de justificar la hipótesis, además responde vacilaciones de investigación. Por otro lado, utiliza el cálculo numérico, el conteo y comúnmente hace la utilización de la estadística para constituir con precisión los patrones de conducta de una población, las orientaciones de investigación buscan realizar un concepto esencial para el terreno, o asimismo busca resolver las dificultades que se acerca en nuestra investigación. El planteamiento de la investigación es **cuantitativo**, ya que busca cotejar una

hipótesis mediante la utilización de recopilación de resultados y la evaluación numérica.³⁷

3.2. Variables y operacionalización:

Variable Independiente: Plástico reciclado (PET).

Variable Dependiente: Elemento prefabricado de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población:

En la presente investigación serían las probetas elaboradas con concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con las siguientes medidas con 4" de diámetro y 8" de altura, con una cantidad de 108 unidades, y llevarlos a realizar ensayos de la resistencia a compresión, flexión y tracción. Se prepararían probetas con concreto patrón (convencional) y probetas con concreto adicionándole plástico reciclado PET, con porcentajes de (0.7%, 1.2% y 1.4%), para así hacer la comparación de las dos dosificaciones cuyas resistencias serán de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, los cuales se llevarían a prueba a los 7, 14 y 28 días.

Cuadro de población:

Tabla 1: Cuadro de probetas.

CUADRO DE PROBETAS						
TIPO DE DOSIFICACIÓN	DÍAS			PRUEBAS A REALIZAR		
	7	14	28	COMPRESIÓN	FLEXIÓN	TRACCIÓN
CONVENCIONAL	3	3	3	9	9	9
0.70%	3	3	3	9	9	9
1.20%	3	3	3	9	9	9
1.40%	3	3	3	9	9	9
PROBETAS SEGÚN PRUEBA				36	36	36
TOTAL DE PROBETAS				108 UNIDADES		

Fuente: Elaboración propia.

Muestra:

Para dicha muestra se tiene que preparar un total de 108 unidades de probetas, cantidades de concreto convencional de $f'_c=210$ kg/cm², y con concreto agregándole plástico reciclado PET, con diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%).

Muestreo:

El tipo de muestreo es no probabilístico, ya que no fue elegido al azar, se seleccionaron todas las muestras de las probetas según los porcentajes adicionados del plástico reciclado PET al concreto para poder llegar a unos resultados de resistencias.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Validez racional, Análisis Documentario y confiabilidad.

3.5. Procedimiento

Se utilizará la interpolación de datos de las Tesis y Expedientes técnicos de los repositorios de las universidades nacionales, internacionales y extranjeros.

3.6. Métodos para el análisis de los datos

Recolección de datos de los resultados serán expresados y colocados en fichas, tablas, también en cuadros para un mejor detalle y poder visualizar los resultados.

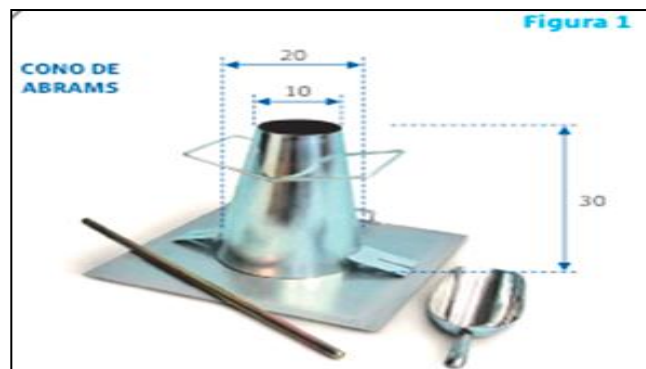
Método del Slump, el asentamiento del concreto.

Ensayo del Cono de Abrams (ASTM C-143).

Dicho ensayo es verificar la estabilidad del concreto, llamado ensayo de revenimiento, ensayo de asentamiento (Slump), esta prueba se realiza en agregar el concreto en tres capas al cono de abrams de metal para luego hacer la compactación y una vez desmoldarlo tomar la medida del descenso del concreto con respecto a la parte superior del Cono de Abrams, indicando la consistencia del concreto y no perder su homogeneidad en tener mínimos de

vacíos, implementación del ensayo: Los moldes y herramientas a utilizar en este ensayo ya tienen medidas establecidas y estandarizadas, los cuales se pueden adquirir en diversos establecimientos: El Cono de Abrams es un molde de metal en forma de cono, las medidas de la parte superior e inferior son de 10 y 20 cm., respectivamente y con una altura de 30 cm, además con base de metal lisa de 30 x 30 cm., que va a servir para apoyar el cono de abrams con una herramienta de metal en forma de cuchara para la manipular el concreto al cono de abrams adicionalmente una cinta métrica de metal para tomar la medida del asentamiento del concreto y una barra de metal liso de espesor $\varnothing 5/8"$ y 60 cm. de largo, con puntas en el borde semiesférico.³⁸

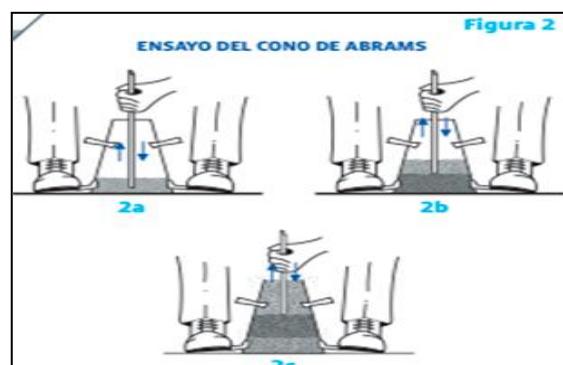
Figura 1. Cono de Abrams.



Fuente: Boletín de Aceros Arequipa, edición 30 (2016).

Para la prueba del cono de abrams se tiene que preparar primero los moldes de metal armarlo y humedeciéndolo para luego echar el concreto preparado en tres capas para lo cual cada capa tiene que ser compactado unas veinticinco veces con la varilla de metal, llegando con la varilla hasta la capa anterior ya compactada, para dicho proceso se tiene que tener el molde fijo con los pies.³⁹

Figura 2. Ensayo del cono de Abrams.



Fuente: Boletín de Aceros Arequipa, edición 30 (2016).

Una vez llenado el cono de abrams con el concreto al ras de dicho molde se procede a levantarlo verticalmente hacia arriba con mucho cuidado, en ese momento después del desmoldado el concreto según su consistencia tiende a asentarse es en ese momento que se tiene que tomar la medida con respecto al borde superior del cono de abrams, la medida tomada entre el borde superior del cono y la parte superior del concreto se le conoce con el nombre de asentamiento (Slump).⁴⁰

Figura 3. Asentamiento (Slump).



Fuente: Boletín de Aceros Arequipa, edición 30 (2016).

Existen tipos de consistencia de mezclas:

Consistencia seca. Es una mezcla que en sus proporciones de agregados es mayor o existe un porcentaje escaso del contenido de agua en comparación con los otros componentes.

Consistencia plástica. Es una mezcla que fluye fácilmente para que se pueda adaptar a un encofrado sin segregarse.

Consistencia fluida. Dicha mezcla contiene un porcentaje alto de agua, por su fluidez en los encofrados.⁴¹

Tabla 2: Consistencia y Asentamiento:

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0cm) a 2" (5cm)
Plástica	3" (7.5cm) a 4" (10cm)
Fluida	≥5" (12.5cm)

Fuente: Boletín de Aceros Arequipa, edición 30 (2016).

Tabla: Consistencia y Asentamiento, si no existe alguna especificación en obra que lo indique.

Tabla 3: Tipos de construcción.

Tipos de Construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto ciclópeo y masivo	5	2

Fuente: Boletín de Aceros Arequipa, edición 30 (2016).

Método del ensayo para determinar la Resistencia a la Compresión.

Muestras cilíndricas (NTP 339.034). ASTM C-39.

La resistencia a la compresión es el ensayo principal para la resistencia del concreto endurecido cuyas características es de aplicarle una fuerza axial a la probeta el cual debe de soportar la capacidad de carga por metro cuadrado expresado en kg/cm², dicha prueba que se somete al concreto son para determinar si el diseño fue el correcto para poder utilizarlo en un proyecto o estructura adecuada, también dichos resultados de las probetas analizadas nos permitirán establecer el control de calidad, tiempos de curado y diseños para cada estructura, las probetas son elaboradas y almacenadas en obra, colocadas en un tanque lleno con agua para su curado, se han establecidos y seguido con los requerimientos de las normas (ASTM C31) Práctica Estándar para fabricar y curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo/ NTP 339.033, para obtener un resultado adecuado se tiene que poner a prueba al

menos 2 probetas por cada diseño de concreto convencional del mismo diseño y elaborados en el mismo tiempo, es muy cierto que el concreto toma su resistencia a los 28 días, pero es frecuente determinar dicha prueba a los 7 días, existen por características de la obra y pruebas ya realizadas que se tiene una información de pruebas a los 7 días y poder tener un promedio para la resistencia final de los 28 días.⁴²

Figura 4: Ensayo resistencia a la compresión.



Fuente: Cemex (2019).

Método del ensayo para la resistencia a la Flexión. ASTM C-78.

Dicha resistencia a flexión tiene un resultado con respecto a la resistencia de tracción, dicho ensayo se ejecuta con unas cargas realizadas a las vigas con medidas 6" x 6", para la sección transversal y con una separación de tres veces el espesor de la viga. El resultado obtenido de la resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) expresados en libras/pulgadas² (MPa) y se calcula mediante los métodos de ensayos ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargadas en el punto medio). El Módulo de Rotura es un promedio del 10% al 20% con respecto a la resistencia a la compresión.⁴³

Figura 5: Ensayo resistencia a la flexión.



Fuente: CIP16.

Método del ensayo para la Resistencia a la Tracción. ASTM C-496.

Para el ensayo de la resistencia a la tracción indirecta, comparando con los ensayos realizados directos, la ruptura de la probeta del concreto se realiza con la aplicación de una carga a compresión o flexotracción, la cual da una distribución de tensiones de tracción que acaban por fracturar la probeta, consiste en aplicar una carga externa de compresión, en una de las lados de la muestra cilíndrica, mientras que el otro extremo opuesto de la carga permanece apoyado. Es así que aparecen dos fuerzas diametralmente opuestas que causan una repartición uniforme de tracciones transversales a lo largo del eje de carga, causando la rotura a tracción de la probeta.⁴⁴

Figura 6: Ensayo resistencia a la tracción.



Fuente: Google.

3.7. Aspectos éticos

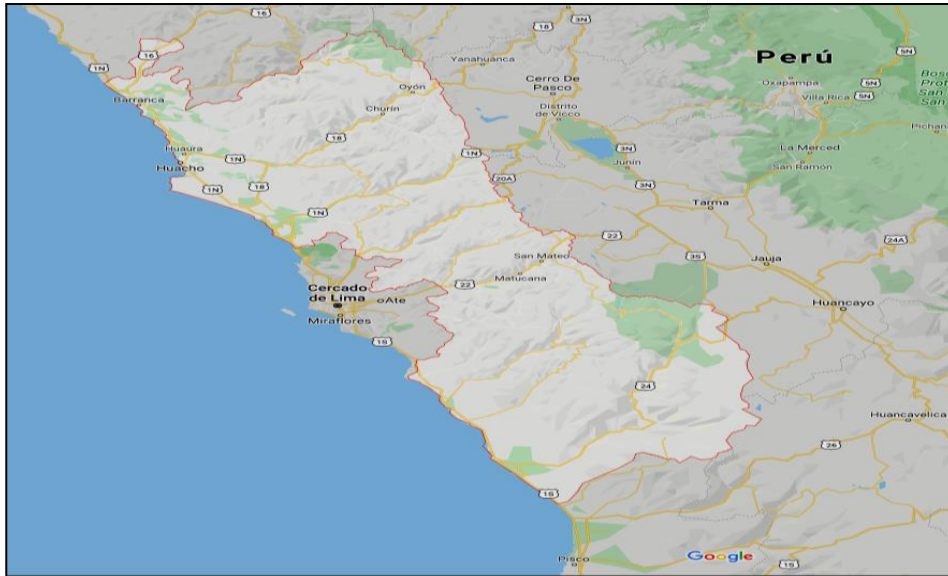
En dicha investigación se recopiló los datos e informaciones de gran veracidad de proyectos de investigación ya realizados de manera nacional, internacional y en otros idiomas, los resultados e informaciones obtenidas son muy valiosas y de gran veracidad, además recopile información importante de libros y resultados técnicos de instituciones de prestigio, dichos datos tienen el respaldo por el ISO 690-2010, además por el Turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación Geográfica

El área de producción estuvo proyectada en Lima y distritos, provincia de Lima, departamento de Lima, como se muestra en el plano de ubicación del Google Maps.

Figura 7: Ubicación de la zona proyectada.



Fuente: Google Maps.

De esta manera se aprecia que la producción de dichos elementos prefabricados de concreto se puede elaborar en varios lugares basta con tener la planta adecuada y poder tener cantidades y formas de diferentes diseños y tamaños, según el proyecto y pedido del cliente.

Figura 8: Proceso constructivo.



Fuente: Google.

Figura 9: Proceso constructivo.



Fuente: Google.

Figura 10: Modelo de cerco.



Fuente: Google.

Figura 11: Modelo de cerco tipo UNI.



Fuente: Google.

Trabajo de Obtención de Datos

En la época de emergencia sanitaria de Marzo 2020 a Julio 2020 que nos tocó vivir, donde el virus del Covid.19 estuvo convertido en una Pandemia, no se podía salir de los domicilios porque se decretó la inmovilización domiciliaria, estaba prohibida el transporte en bus local e interprovincial así como también los laboratorios de Suelos y Concreto se mantuvieron cerradas, el mejor recojo de la información de los datos para elaborar el Desarrollo del Proyecto de Investigación fue mediante la técnica del Análisis Documental.

Método que dio la oportunidad de obtener datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis presentes en los repositorios de las Universidades que contaban con la carrera de Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional, así como también obtener la Teoría de los Artículos Científicos que fueron encontrados en las páginas web.

Trabajo de Laboratorio

Las tablas y figuras bases de los ensayos realizados de la Propiedad de la Resistencia a la Compresión para el concreto que se muestran a continuación fueron obtenidos por el medio del análisis documental en la presente Tesis de: Márquez, Paúl (2019), en su investigación titulada *“Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa”*, en obtener el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Nacional San

Agustín de Arequipa, realizado en la ciudad de Arequipa, así como también para las Propiedades de las Resistencias a Flexión y Tracción, tenemos la Tesis de: Reyes, Ingrid (2018), en su investigación titulada “*Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate – Lima Este (2018)*”, para obtener el título profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Ricardo Palma realizado en la ciudad de Lima.

4.2. Ensayos

Resistencia a la Compresión:

Los datos fueron obtenidos mediante los ensayos realizados con edades de rotura de 7, 14 y 28 días, y con porcentajes de 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%, detallados en la tabla 4.

Tabla 4: Resistencia a la compresión.

TESIS: MÁRQUEZ HERRERA, PAÚL EDUARDO				
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA				
Edad (días)	CP kg/cm ²	PET Kg/cm ²	PET kg/cm ²	PET kg/cm ²
%	0	0.5	1	1.5
7	231.94	238.36	257.80	233.02
14	259.63	264.23	287.01	262.22
28	288.40	291.77	310.38	294.21

Fuente: Márquez, P. (2019).

Interpolación

“En el subcampo matemático del estudio numérico, se llama interpolación a la creación de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto de puntos”[45] “ante ello, insertamos nuestros datos dentro del intervalo donde conocemos los valores ya experimentados, para obtener los nuevos resultados, toda vez que, se asemejan en tipo de suelo, aditivos y porcentajes de la presente Tesis”. [45]

“La interpolación es un método común: como generar valores intermedios entre dos valores básicos, después de lo cual, por supuesto, las fuentes producidas automáticamente se ajustan a mano, las pruebas dieron como resultado una fórmula y un gráfico que definen con precisión el valor óptimo para cualquier posible valor intermedio.” [46]

Haciendo la interpolación para la resistencia a la compresión, se obtuvo como resultado una nueva ficha de datos, para la presente tesis, en base a distintos porcentajes de 0.70%, 1.20% y 1.40% de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), que al adicionarlo al concreto dieron nuevos resultados, dentro de los valores proyectados, detallados en la tabla 5.

Tabla 5: Resistencia a la Compresión.

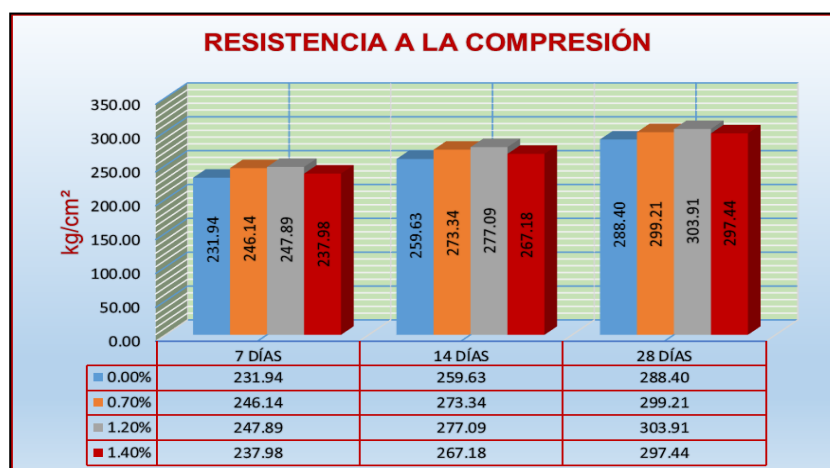
$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

TESIS: CORDOVA PACHECO, SANTIAGO				
ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
UNIVERSIDAD CESÁR VALEJO				
Edad (días)	CP kg/cm ²	PET kg/cm ²	PET kg/cm ²	PET kg/cm ²
%	0	0.7	1.2	1.4
7	231.94	246.14	247.89	237.98
14	259.63	273.34	277.09	267.18
28	288.40	299.21	303.91	297.44

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia la variación que se obtuvo adicionando los porcentajes de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), con respecto a la resistencia a la compresión.

Grafica 1: Resistencia a la Compresión.



Fuente: Elaboración propia.

En la Grafica 1, se mostró una variación de la resistencia a compresión a los 28 días, donde se reconoce el aumento de 3.75% adicionando 0.7% de PET, días, también de 5.38% adicionando 1.2% de PET, así mismo de 3.13% adicionando 1.4% de PET, donde el aumento de dicha resistencia tuvo un cambio notorio favorable.

Resistencia a la Flexión:

Los datos conseguidos mediante los ensayos realizados con edades de rotura de 7, 14 y 28 días, y con porcentajes de 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%, detallados en la tabla 6.

Tabla 6: Resistencia a la Flexión.

TESIS: REYES MONTOYA, INGRID MILAGRITOS				
ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN				
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
Edad (días)	CP kg/cm ²	PET Kg/cm ²	PET kg/cm ²	PET kg/cm ²
%	0	0.5	1	1.5
7	36.67	38.00	39.67	41.33
14	43.00	44.00	44.67	46.67
28	45.33	46.67	47.67	50.33

Fuente: Reyes, I. (2018).

Haciendo la interpolación en la Resistencia a la Flexión, se obtuvo como resultado una nueva ficha de datos para la presente tesis, en base a distintos porcentajes de 0.70%, 1.20% y 1.40% de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), que al adicionarlo al concreto dieron nuevos resultados dentro de los valores proyectados, detallados en la tabla 7.

Tabla 7: Resistencia a la Flexión.

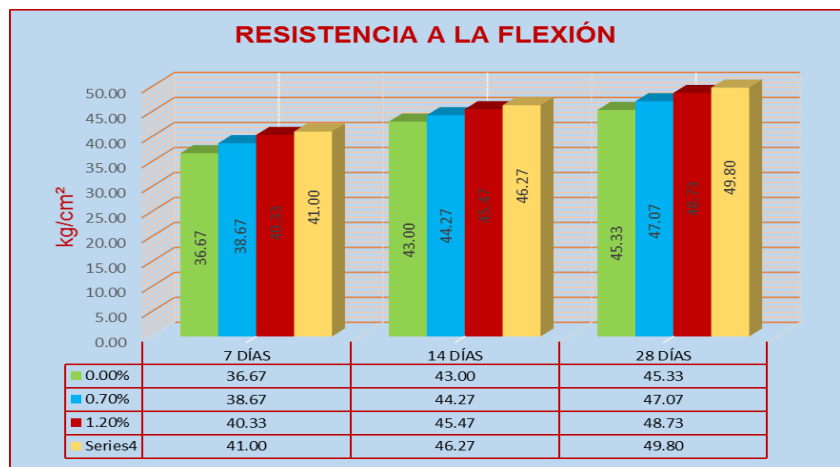
$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

TESIS: CORDOVA PACHECO, SANTIAGO				
ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN				
UNIVERSIDAD CESÁR VALEJO				
Edad (días)	CP kg/cm ²	PET Kg/cm ²	PET kg/cm ²	PET kg/cm ²
%	0	0.7	1.2	1.4
7	36.67	38.67	40.33	41.00
14	43.00	44.27	45.47	46.27
28	45.33	47.07	48.73	49.80

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia la variación que se obtuvo adicionando los porcentajes de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), con respecto a la resistencia a la flexión.

Gráfica 2: Resistencia a la Flexión.



Fuente: Elaboración propia.

En la Grafica 2, se mostró la variación de la resistencia a la Flexión a los 28 días, donde se reconoce el aumento de 3.84% adicionando 0.7% de PET, días, también de 7.50% adicionando 1.2% de PET, así mismo de 9.86% adicionando 1.4% de PET, donde el aumento de dicha resistencia tuvo un cambio notorio favorable.

Resistencia a la Tracción:

Los datos fueron obtenidos mediante los ensayos realizados con edades de rotura de 7, 14 y 28 días, y con porcentajes de 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%, detallados en la tabla 8.

Tabla 8: Resistencia a la Tracción.

TESIS: REYES MONTOYA, INGRID MILAGRITOS				
ENSAYO: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN				
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
Edad (días)	CP kg/cm ²	PET Kg/cm ²	PET kg/cm ²	PET kg/cm ²
%	0	0.5	1	1.5
7	34.00	32.00	30.33	28.33
14	37.00	36.00	34.00	32.67
28	39.67	38.67	37.00	34.00

Fuente: Reyes, I. (2018).

Haciendo la interpolación para la Resistencia a la Tracción, se obtuvo como resultado una nueva ficha de datos para la presente tesis, en base a distintos porcentajes de 0.70%, 1.20% y 1.40% de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), que al adicionarlo al concreto dieron nuevos resultados dentro de los valores proyectados, detallados en la siguiente tabla 9.

Tabla 9: Resistencia a la Tracción.

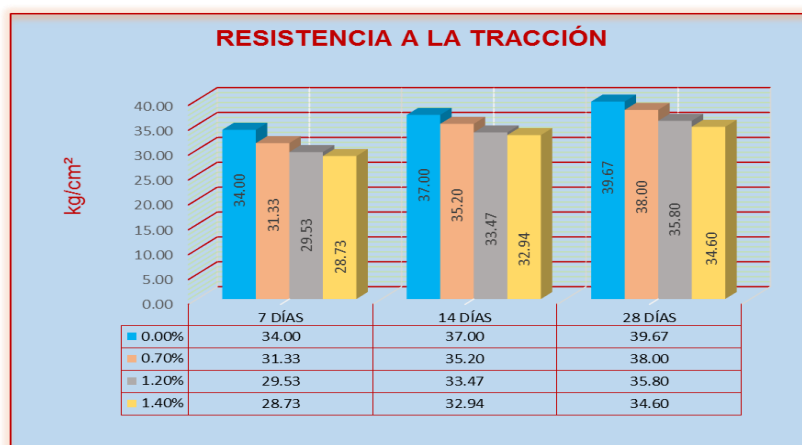
$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

TESIS: CORDOVA PACHECO, SANTIAGO				
ENSAYO: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN				
UNIVERSIDAD CESÁR VALEJO				
Edad (días)	CP kg/cm ²	PET Kg/cm ²	PET kg/cm ²	PET kg/cm ²
%	0	0.7	1.2	1.4
7	34.00	31.33	29.53	28.73
14	37.00	35.20	33.47	32.94
28	39.67	38.00	35.80	34.60

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia la variación que se obtuvo adicionando los porcentajes de plástico reciclado PET, con respecto a la resistencia a la tracción.

Grafica 3: Resistencia a la Tracción.



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 3, se mostró que disminuyó la resistencia a la Tracción a los 28 días, donde se tuvo como resultado de 4.21% adicionando 0.7% de PET, también de 9.76% adicionando 1.2% de PET, así mismo de 12.78% adicionando 1.4% de PET, donde la disminución de dicha resistencia tuvo un cambio notorio desfavorable.

4.3. Costos:

Se tiene como concreto patrón una mezcla con una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, elaborado por el método del ACI, para lo cual se tiene a continuación las cantidades materiales, detallados en la tabla 10.

Tabla 10: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ como concreto patrón, para un metro cubico.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	306.89	Kg.
Agregado Grueso	915.48	Kg.
Agregado Fino	853.89	Kg.
Agua	205.00	L.

Fuente: Márquez, P. (2019).

Análisis de Precios Unitarios

Resistencia a la Compresión:

Haciendo el Análisis de Precio Unitario (APU), donde nos indica que simples cálculos matemáticos se estima el costo por una medida de cierta partida, dando como resultado el costo de alguna actividad por una unidad de medida, para lo cual se detalla en la tabla 11.

Tabla 11: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para un metro cubico con adición del porcentaje óptimo de plástico reciclado PET de 1.20%.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	306.89	Kg.
Agregado Grueso	915.48	Kg.
Agregado Fino	853.89	Kg.
Agua	205.00	L.
Plastico reciclado (1.2%)	3.68	Kg.

Fuente: Elaboración propia.

Para poder visualizar los costos de la preparación de concreto adicionando fibras de plástico reciclado PET en 1.2%, se detallaron en las tablas 12 y 13.

Tabla 12: Cantidad de material con adición de 1.2% de fibras PET.

CONCRETO CON FIBRA PET		
Material	1 m³	
CEMENTO	306.89	Kg.
PIEDRA	915.48	Kg.
ARENA	853.89	Kg.
AGUA	205	Lt.
FIBRA PET 1.2%	3.68	kg.
COSTO APU S/	308.60	
PATRÓN	CON FIBRA PET	
f'c = 210 Kg/cm²	f'c=303.91 kg/cm²	
a/c	edad	
0.67	28 días	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: APU con adición de 1.2% de fibras de plástico reciclado PET.

Concreto F'c=210 kg/cm²						
m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			308.60
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.3200	22.95	7.34	
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.99	6.72	
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.49	11.19	
PEÓN	hh	8.0000	2.5600	15.79	40.42	
					65.68	
Materiales						
CEMENTO TIPO I 42.5 Kg	bolsas		7.2209	22.00	158.86	
ARENA GRUESA	m3.		0.3258	40.00	13.03	
PIEDRA CHANCADA	m3.		0.3443	50.00	17.22	
AGUA POTABLE	Lt.		205.0000	0.05	10.25	
FIBRA DE PLÁSTICO RECICLADO (PET)	Kg.		3.6800	0.00	0.00	
					199.36	
Equipos						
MEZCLADORA 11p3 14.0 HP	hm	1.0000	0.3200	80.00	25.60	
VIBRADORA 5.5HP	hm	1.0000	0.3200	50.00	16.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	% m.o.		3.0000	65.68	1.97	
					43.57	

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la Flexión:

Haciendo el Análisis de Precio Unitario (APU), donde nos indica que simples cálculos matemáticos se estima el costo por una medida de cierta partida, dando como resultado el costo de alguna actividad, en la cual detallamos en la tabla 14.

Tabla 14: Diseño de mezcla $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para un metro cubico con adición del porcentaje óptimo de plástico reciclado PET de 1.40%.

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	306.89	Kg.
Agregado Grueso	915.48	Kg.
Agregado Fino	853.89	Kg.
Agua	205.00	L.
Plastico reciclado (1.4%)	4.30	Kg.

Fuente: Elaboración propia.

Para poder visualizar los costos de la preparación de concreto adicionando fibras de plástico reciclado PET en 1.4%, se detallaron en las tablas 15 y 16.

Tabla 15: Cantidad de material con adición de 1.4% de fibras PET.

CONCRETO CON FIBRA PET		
Material	1 m³	
CEMENTO	306.89	Kg.
PIEDRA	915.48	Kg.
ARENA	853.89	Kg.
AGUA	205	Lt.
FIBRA PET 1.4%	4.30	kg.
COSTO APU S/	308.60	
PATRÓN	CON FIBRA PET	
f'c = 45.33 Kg/cm²	f'c=49.80 kg/cm²	
a/c = 0.67	edad= 28 días	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: APU con adición de 1.4% de fibras de plástico reciclado PET.

Concreto F'c=210 kg/cm2					
m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3		308.60
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.3200	22.95	7.34
OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.99	6.72
OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.49	11.19
PEÓN	hh	8.0000	2.5600	15.79	40.42
					65.68
Materiales					
CEMENTO TIPO I 42.5 Kg	bolsas		7.2209	22.00	158.86
ARENA GRUESA	m3.		0.3258	40.00	13.03
PIEDRA CHANCADA	m3.		0.3443	50.00	17.22
AGUA POTABLE	Lt.		205.0000	0.05	10.25
FIBRA DE PLÁSTICO RECICLADO (PET)	Kg.		4.3000	0.00	0.00
					199.36
Equipos					
MEZCLADORA 11p3 14.0 HP	hm	1.0000	0.3200	80.00	25.60
VIBRADORA 5.5HP	hm	1.0000	0.3200	50.00	16.00
HERRAMIENTAS MANUALES	% m.o.		3.0000	65.68	1.97
					43.57

Fuente: Elaboración propia.

Se hace la comparación de los costos para preparación del concreto adicionando fibras de plástico reciclado PET en 1.2%, con otro material de fibras metálicas de 20 kg., las cuales se detallan en las tablas 17 y 18.

Tabla 17: Cantidad de material con adición de Fibras Metálicas.

CONCRETO CON FIBRA METÁLICA		
Material	1 m ³	
CEMENTO	360.00	Kg.
ARENA	62 / 38	RELACIÓN
PIEDRA		
AGUA	180.00	Lt.
FIBRA METÁLICA	20.00	kg.
SUPER PLASTIFICANTE	1.00	% CEMENTO
INCORPORADOR DE AIRE	0.80	% CEMENTO
PLASTIFICANTE RETARDANTE	0.60	% CEMENTO
COSTO APU S/	475.48	
PATRÓN	CON FIBRA METÁLICA	
f'c = 280 Kg/cm2	f'c=343.00 kg/cm²	
<i>a/c</i>	edad	
0.50	28 días	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: APU con adición de Fibras Metálicas.

Concreto F'c=280 kg/cm2					
m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		475.48
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	20.20	1.35
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	18.36	12.24
OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	15.39	20.52
PEÓN	hh	8.0000	5.3333	13.84	73.81
					107.92
Materiales					
CEMENTO TIPO I 42.5 Kg	bolsas		8.4706	19.49	165.09
ARENA GRUESA	m3.		0.4058	87.77	35.62
PIEDRA CHANCADA	m3.		0.2487	87.77	21.83
AGUA POTABLE	m3.		0.1800	9.23	1.66
FIBRA METALICAS	Kg.		20.0000	3.90	78.00
ACEITE DE MOTOR	%eq.		2.5000	9.34	0.23
GASOLINA	Galón		0.0500	12.71	0.64
SUPER PLASTIFICANTE	lts		3.0000	8.50	25.50
PLATIFICANTE - RETARDANTE	lts		1.8462	10.50	19.39
INCORPORADOR DE AIRE	lts		0.2851	17.11	4.88
					352.83
Equipos					
MEZCLADORA	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67
VIBRADORA 5.5HP	hm	1.0000	0.6667	4.00	2.67
HERRAMIENTAS MANUALES	% m.o.		5.0000	107.92	5.40
					14.73

Fuente: Miranda, Cristian y Rado, Marco (2019).

Como resumen después de detallar las tablas del análisis de costo unitario por metro cubico de cada material adicionado al concreto, se visualiza que existe un ahorro de (S/ 166.87), cuya resistencia es muy buena en ambos casos, detallados en la tabla 19.

Tabla 19: Comparación de Costos.

FIBRA METÁLICA	COSTO APU S/	475.48
FIBRA PET	COSTO APU S/	308.60
UTILIDAD S/		166.87

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIONES

5.1. Determinar la influencia del plástico reciclado (PET), en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Resistencia a la Compresión:

Según Márquez, Paúl (2019) en su investigación planteo utilizar plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), agregándolo al concreto donde obtuvo un **aumento** la propiedad de la resistencia a la compresión; en la presente investigación también se utilizó el material de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), en tipos de fibras con medidas de largo 5cm y ancho de 1mm a 3 mm, donde también **augmentó** el resultado con respecto a la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto.

Las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%), del plástico reciclado (PET), mejorarán las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.

Según los resultados obtenidos se confirmó que **mejoró** la propiedad de la resistencia a la compresión.

¿Cómo influye las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado (PET), en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?

Al iniciar el proyecto la resistencia a los 28 días del concreto de la propiedad de la resistencia a la compresión fue de **288.40 kg/cm²** como concreto **patrón**, después de adicionarle fibras de plástico reciclado PET, en dosificaciones de 0.7%, 1.2% y 1.4% se encontró el porcentaje óptimo de **1.2%** y se obtuvo como resultado a la propiedad de la resistencia a la compresión de **303.91 kg/cm²**.

Al realizar la búsqueda del análisis documental en los repositorios y artículos científicos, no se encontró tesis con los porcentajes adecuados a mi presente investigación en su reemplazo se hizo el cambio de los porcentajes adecuados a dicha tesis y así para poder estar dentro del rango de sus resultados.

Resistencia a la Flexión:

Según Shudhira De Siva and T. Prasanthan (2019), en su investigación planteo utilizar fibras de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), como

refuerzo al concreto lo cual **augmentó** su resultado a la propiedad de la resistencia a la flexión, en la presente investigación también **augmentó** la propiedad de la resistencia a la flexión.

Las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%), del plástico reciclado (PET), mejoraran las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.

Según los resultados obtenidos se confirmó que **mejoró** la propiedad de la resistencia a la flexión.

¿Cómo influye las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado (PET), en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?

Al iniciar el proyecto la resistencia a los 28 días del concreto de la propiedad de la resistencia a la flexión fue de **45.33 kg/cm²** como concreto **patrón**, después de adicionarle fibras de plástico reciclado PET en porcentajes de 0.7%, 1.2% y 1.4% se encontró el porcentaje óptimo de **1.4%** y se obtuvo como resultado a la propiedad de la resistencia a la flexión de **49.80 kg/cm²**.

Al realizar la búsqueda del análisis documental en los repositorios y artículos científicos, no se encontró tesis con los porcentajes adecuados a mi presente investigación en su reemplazo se hizo el cambio de los porcentajes adecuados a dicha tesis para poder estar dentro del rango de sus resultados.

Resistencia a la Tracción:

Según Reyes, Ingrid (**2018**) en su investigación planteo utilizar fibras plástico PET (Tereftalato de Polietileno), agregándolo al concreto donde obtuvo una **disminución** de la propiedad de la resistencia a la **Tracción**; en la presente investigación también se utilizó el material de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), en forma de fibras y **disminuyó** el resultado con respecto a la propiedad de la resistencia a la tracción.

Las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%), del plástico reciclado (PET), mejoraran las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.

Según los resultados obtenidos se confirmó que **disminuyó** la propiedad de la resistencia a la tracción.

¿Cómo influye las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado (PET), en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?

Al iniciar el proyecto la resistencia a los 28 días del concreto de la propiedad de la resistencia a la tracción fue de **39.67 kg/cm²** como concreto **patrón**, después de adicionarle fibras de plástico reciclado PET, en dosificaciones de 0.7%, 1.2% y 1.4% no se encontró el porcentaje óptimo ya que su resultado **disminuyó** hasta en un 12.78% obteniendo como resultado final de **34.60 kg/cm²**, muy por debajo del resultado del concreto patrón.

Al realizar la búsqueda del análisis documental en los repositorios y artículos científicos, no se encontró tesis con los porcentajes adecuados a mi presente investigación en su reemplazo se hizo el cambio de los porcentajes adecuándolos a dicha tesis para poder estar dentro del rango de sus resultados.

5.2. Determinar la influencia de la dosificación óptima del plástico reciclado (PET), en los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Según Márquez, Paúl (2019) en su investigación planteo utilizar plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), agregándolo al concreto en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% respectivamente, obteniendo un **aumento** en la propiedad de la resistencia a la **Compresión**; en el desarrollo de la presente investigación también se utilizó el material de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), en fibras con un largo de 5cm y un ancho de 1mm a 3 mm, con porcentajes de 0.7%, 1.2% y 1.4%, obteniendo mejoras en el **aumento** del resultado de la propiedad de la resistencia a la **Compresión** con el porcentaje de **1.2%** de plástico reciclado PET; así también como **Shudhira De Siva and T. Prasanthan (2019)**, en su investigación planteo utilizar fibras de plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), como refuerzo al concreto en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%, teniendo como resultado un **aumento** de

la propiedad de la resistencia a la **Flexión**, utilizando un porcentaje del **1.0%** de plástico reciclado PET; en la presente investigación también se adiciono fibras de plástico reciclado PET en porcentajes de 0.7%, 1.2% y 1.4%, se obtuvo como resultado un **aumento** de la propiedad de la resistencia a la **Flexión**, con la dosificación de **1.4%** de plástico reciclado PET.

La dosificación óptima del plástico reciclado (PET), mejorarán los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210$ kg/cm², Lima 2019.

Según los resultados obtenidos se confirmó que **mejoró** la propiedad de la resistencia a la **Compresión** y la propiedad de la resistencia a la **Flexión**, pero en ambas propiedades **no aumentó** su costo con respecto al concreto patrón por 1 m³ de concreto.

¿Cómo influye la dosificación óptima del plástico reciclado (PET), en los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210$ kg/cm², Lima 2019?

Al iniciar el proyecto la resistencia en los 28 días del concreto de la propiedad de la resistencia a la **Compresión** se logró un resultado de $f'c=288.40$ kg/cm² como concreto patrón, y su análisis de costo unitario fue de S/ 308.60 por 1m³ de concreto, comparado con el mejor resultado de la dosificación óptima de 1.2% su resultado de la propiedad de la resistencia a la compresión fue de $f'c=303.91$ kg/cm² y su análisis de costo fue de S/ 308.60 su costo se mantuvo como el inicial pero se garantiza una mayor resistencia a la compresión; Así como también el proyecto de la resistencia a los 28 días del concreto de la propiedad de la resistencia a la **Flexión** se logró un resultado de 45.33 kg/cm² como concreto patrón, y su análisis de costo unitario fue de S/ 308.60 por 1m³ de concreto, comparado con el mejor resultado de la dosificación óptima de 1.4% su resultado de la propiedad de la resistencia a la flexión fue de $f'c=49.80$ kg/cm² y su análisis de costo fue de S/ 308.60 su costo se mantuvo como el inicial pero se garantiza una mayor resistencia a la flexión.

Al realizar la búsqueda del análisis documental en los repositorios y artículos científicos, no se encontró tesis con los porcentajes adecuados a mi presente investigación en su reemplazo se hizo el cambio de los porcentajes adecuándolos a dicha tesis para poder estar dentro del rango de sus resultados.

VI. CONCLUSIONES

Se estableció la dependencia de la proporción óptima de la fibra del plástico reciclado PET, en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto.

Para el ensayo de la propiedad de la resistencia a la compresión, la incorporación en porcentajes de la fibra del plástico reciclado PET, influyó en el aumento de la propiedad de la resistencia a la compresión de 288.40 kg/cm² como concreto patrón, hasta un valor de 303.91kg/cm² con el porcentaje óptimo de 1.2% adicionados al concreto; entonces la influencia de la fibra del plástico reciclado PET, es positiva en el porcentaje óptimo con respecto al ensayo de la propiedad de la resistencia a la compresión.

Para el ensayo de la propiedad de la resistencia a la flexión, la incorporación en porcentajes de la fibra del plástico reciclado PET, influyó en el aumento de la resistencia a la flexión de 45.33 kg/cm² como concreto patrón, hasta un valor de 49.80 kg/cm² con el porcentaje óptimo de 1.4%; entonces la influencia de la fibra del plástico reciclado PET, es positiva en la dosificación óptima respecto al ensayo de la propiedad de la resistencia a la flexión.

Se estableció la dependencia de la proporción óptima de la fibra del plástico reciclado PET, en los costos de las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto.

Para el ensayo de la propiedad de la resistencia a la compresión, la incorporación en porcentajes de la fibra del plástico reciclado PET, no influyó en el aumento del costo por 1 m³ de concreto preparado con la adición del 1.2% de la fibra del plástico reciclado PET; entonces la igualdad del costo con el porcentaje propuesto garantiza la calidad de la propiedad del concreto, por lo que, la dependencia con respecto a la proporción óptima de fibra de plástico reciclado PET queda comprobada.

Para el ensayo a la flexión, la incorporación en porcentajes de la fibra de plástico reciclado PET, no influyó en el aumento del costo por 1 m³ de concreto preparado con la adición del 1.4% de la fibra de plástico PET; entonces la igualdad del costo con el porcentaje propuesto garantiza la calidad de la propiedad del concreto, por lo que, la dependencia con respecto a la proporción óptima de fibra de plástico reciclado PET queda comprobada.

VII. RECOMENDACIONES

En la presente investigación al elegirse porcentajes de fibra del plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), desde 0.7% hasta un 1.4% se tuvo un incremento de la propiedad de la resistencia a la compresión comparado con el concreto patrón; por lo que, se recomienda utilizar hasta un 1.2% de fibra del plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), el cual sería el óptimo porcentaje calculado y que produciría una resistencia máxima a la propiedad de resistencia a la compresión de 303.91 kg/cm².

En la presente investigación al elegirse porcentajes de fibra del plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), desde 0.7% hasta un 1.4% se tuvo un incremento de la propiedad de la resistencia a la flexión comparado con el concreto patrón; por lo que, se recomienda utilizar hasta un 1.4% de fibra del plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), el cual sería el óptimo porcentaje calculado y que produciría una resistencia máxima de la propiedad de resistencia a la flexión de 49.80 kg/cm².

Para posibles casos de utilizar dicho concreto adicionando fibras del plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), en estructuras con abundancia de acero corrugado, se recomienda utilizar un plastificante (Z-Fluidizante-SR), para tener una mejor trabajabilidad. En el concreto con adición del plástico PET, bajo su asentamiento (Slump) de 4" a 2", y según la hoja técnica del aditivo plastificante puede hacer subir su asentamiento (Slump) de 6" a 8", si se requiere.

REFERENCIAS

1. NUE 2, [Versión E-book], El problema del plástico, 2010. <http://nu2.es/listas/reportajes/el-problema-del-plastico/>.
2. EL UNIVERSAL [Versión E-book], Convierten el PET en concreto estructural, 2016. <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/tecnologia/2016/08/17/convierten-el-pet-en-concreto-estructural>.
3. REYES, Ingrid, “*Diseña de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET), reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)*”. Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2018. <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1635/TESIS%20REYES%20MONTROYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. JARA, Manuel, “*Resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 210$ kg/cm² elaborado con material de reciclaje plástico – Huaraz – 2017*”. Tesis de Licenciatura. Universidad San Pedro, Huaraz, Perú, 2018. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7954>.
5. LECTOR, Michael, VILLAREAL, Edson, “*Utilización de Materiales Plásticos de reciclaje, con Adición en la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Nuevo Chimbote*”. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Santa, Nuevo Chimbote, Perú, 2017. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2799>.
6. Shelltitz, C. Jahoda, M. Deutsch, M. et al: Métodos de la investigación en las relaciones sociales, del Cap. 2: Selección y formulación de un problema de investigación Ediciones Rialp, S.A., Madrid, 1965. [file:///C:/Users/sysco/Downloads/Anexo%2008%20Selltitz%20-%20Seleccion%20y%20formulacion%20%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sysco/Downloads/Anexo%2008%20Selltitz%20-%20Seleccion%20y%20formulacion%20%20(1).pdf).
7. Sampieri, H. Fernández. Baptista., Metodología de la Investigación Tercera edición, (2010), Metodología de investigación Planteamientos del problema https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20Ia%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

8. Sampieri, H. Fernández. Baptista., Metodología de la Investigación Tercera edición, (2003), Metodología de la investigación Formulación de la Hipótesis
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20a%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf.
9. REYES, Ingrid, “*Diseña de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET), reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018)*”. Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2018.
<http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1635/TESIS%20REYES%20MONTROYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. JARA, Manuel, “*Resistencia a la compresión del concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con material de reciclaje plástico – Huaraz – 2017*”. Tesis de Licenciatura. Universidad San Pedro, Huaraz, Perú, 2018.
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7954>.
11. LECTOR, Michael, VILLAREAL, Edson, “*Utilización de Materiales Plásticos de reciclaje, con Adición en la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Nuevo Chimbote*”. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Santa, Nuevo Chimbote, Perú, 2017. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2799>.
12. PINEDO, Jean, “*Estudio de Resistencia a la Compresión del Concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de Plástico Reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018*”. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto – Perú, 2019. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3458>.
13. SIERRA, Jorge, “*Usos y Aplicaciones del Plástico PEAD reciclado en la Fabricación de Elementos Estructurales para Construcción de Viviendas en Colombia*”. Tesis para Maestría. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Bogotá. Colombia, 2016.
<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/432/1/Sierra%20Jim%C3%A9nez%2C%20Jorge%20Andr%C3%A9s%20-%202016.pdf>.

14. PALACIOS, Armando, “*Elaboración de PET-CONCRETO, buscando Mejoras en sus Propiedades Mecánicas de Tensión y Flexión*”. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de México – México D.F. 2014. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7000/TESIS.pdf?sequence=1>
15. SUDHIRA, D. S. AND PRASANTHAN, T. “*Application of Recycled PET Fibers for Concrete Floors*”, of the Institution of Engineers, Sri Lanka, ENGENNER – Vol I, II. N° 01, pp. (21-27), 2019 http://www.researchgate.net/publication/333089092_Application_of_Recycled_PET_Fibers_for_Concrete_Floors.
16. SUDHIRA, D. S. AND PRASANTHAN, T. “*Application of Recycled PET Fibers for Concrete Floors*”, of the Institution of Engineers, Sri Lanka, ENGENNER – Vol I, II. N° 01, pp. (21-27), 2019 http://www.researchgate.net/publication/333089092_Application_of_Recycled_PET_Fibers_for_Concrete_Floors
17. HORÁKOVA AND J. NOVÁK, “*Utilization of recycled plastic for plastic – based concrete*”. of the Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, 2019. https://www.researchgate.net/publication/335191957_Utilization_of_recycled_plastic_for_plastic-based_concrete
18. HORÁKOVA AND J. NOVÁK, “*Utilization of recycled plastic for plastic – based concrete*”. of the Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, 2019. https://www.researchgate.net/publication/335191957_Utilization_of_recycled_plastic_for_plastic-based_concrete
19. ABASS O. D. AND. HAMSA M. A. “*Experimental Investigation of Using PET Wastes as tension Bars in Reinforced Concrete Beams*. of the Journal of University of Babylon for Engineering Sciences, Vol (27), N° (1): 2019. <https://www.journalofbabylon.com/index.php/JUBES/article/view/1993>.
20. ABASS O. D. AND. HAMSA M. A. “*Experimental Investigation of Using PET Wastes as tension Bars in Reinforced Concrete Beams*. of the Journal of University of Babylon for Engineering Sciences, Vol (27), N° (1): 2019. <https://www.journalofbabylon.com/index.php/JUBES/article/view/1993>.

21. Acevedo – Posada (2018), con nombre “*Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezcla de concreto*” financiado por la Universidad Eafit- Universidad de Medellín - Colombia - <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v18n34/1692-3324-rium-18-34-45.pdf>
22. Mendoza, C. – Aire – Dávila (2011), con nombre “*Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plásticos y endurecido*” ://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v2n2/v2n2a3.pdf.
23. Armas Cesar (2016), con nombre “*Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico*”, Tesis de Licenciatura de la Universidad Señor de Sipán - -PimentelPerú-2016. file:///C:/Users/sysco/Downloads/TESIS%20CESAR%20ARMAS%201.pdf
24. PROBACOMS S.A. *Elementos prefabricados de concreto. [Versión E-book]*. 2019. <https://www.probacons.com/elementos-prefabricados-de-concreto/>.
25. TANIA RIVERA AQUIO, *Concreto y sus propiedades [Versión E-book]*. 2014. <https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades>
26. TANIA RIVERA AQUIO, *Concreto y sus propiedades [Versión E-book]*. 2014. <https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades>
27. TANIA RIVERA AQUIO, *Concreto y sus propiedades [Versión E-book]*. 2014. <https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades>
28. TANIA RIVERA AQUIO, *Concreto y sus propiedades [Versión E-book]*. 2014. <https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades>
29. TANIA RIVERA AQUIO, *Concreto y sus propiedades [Versión E-book]*. 2014. <https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades>
30. TANIA RIVERA AQUIO, *Concreto y sus propiedades [Versión E-book]*. 2014. <https://es.slideshare.net/tahinariveraquio/concreto-y-sus-propiedades>
31. PET un plástico amigable pero no ofensivo Revista Sostenible , negocios verdes, (2016), <https://sostenibilidad.semana.com/negocios,-verdes/articulo/plastico-pet-un-amigable-pero-no-inofensivo/36282#:~:text=Los%20envases%20hechos%20con%20tereftalato,re ciclable%3B%20adem%C3%A1s%2C%20desde%20el%20punto.>
32. Arapack (2018), que es el PET, <https://www.arapack.com/faq/que-es-el-pet/>.

33. HLP Klearfold, (2018), Que es el plástico PET, <https://hlpklearfold.es/que-es-el-plastico-pet/>.
34. Reciclado de plásticos Ecoticias.com 2010. <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/21178/Reciclado-de-Plasticos-Como-se-Reciclan>.
35. BEHAR, D. 2008. Metodología de la investigación. Edición A. Rubeira. ISBN 978-959-212-783-7. Editorial Shalom, Colombia.
36. Sampieri, H. Fernández. Baptista., Metodología de la Investigación - Quinta edición, (2010). https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20a%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
37. Sampieri, H. Fernández. Baptista., Metodología de la Investigación - Quinta edición, (2010). https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20a%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
38. ACEROS AREQUIPA, El cono de abrams, [Versión E-book], 2015. http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_30/conociendo-las-propiedades-del-concreto.html
39. ACEROS AREQUIPA, El cono de abrams, [Versión E-book], 2015. http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_30/conociendo-las-propiedades-del-concreto.html
40. ACEROS AREQUIPA, El cono de abrams, [Versión E-book], 2015. http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_30/conociendo-las-propiedades-del-concreto.html
41. ACEROS AREQUIPA, El cono de abrams, [Versión E-book], 2015. http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_30/conociendo-las-propiedades-del-concreto.html
42. CEMEX [Versión E-book]. *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* [Versión E-book], 2019. <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

43. CIP 16 – RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO [*Versión E-book*].
¿Por qué Es útil el ensayo de la resistencia a la flexión?
<https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>.
44. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DEL CONCRETO [*Versión E-book*].
<https://masqueingenieria.com/blog/ensayos-a-traccion-indirecta-del-hormigon/>.
45. INTERPOLACIÓN LINEAL DE UNA VARIABLE INDEPENDIENTE (2010) –
Wikipedia - https://es.wikipedia.org/wiki/Interpolaci%C3%B3n_lineal.
46. INTERPOLATION THEORY (TEORÍA DE LA INTERPOLACIÓN)
<https://www.lucasfont.com/learn/interpolation-theory>

Anexo 3: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO:		"Utilización de plástico reciclado (PET), en elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019"			
AUTOR		Santiago Cordova Pacheco.			
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
(V.I.) PLÁSTICO RECICLADO PET (TEREFTALATO DE POLIETILENO)	Según Ecoticias (2010), que los plásticos son aquellos materiales que se pueden modificar de forma, en varias ocasiones, haciendo comparaciones con los materiales Elásticos, los plásticos son materiales sintéticos con buenas propiedades que se pueden utilizar en variedades de usos y aplicaciones, existen dos familias de plásticos: Los Termoplásticos donde se encuentra la familia del PET y Los Termoestables donde se encuentra la familia del PEAD, PVC, PP, etc.	Encontrar la dosificación óptima del plástico reciclado PET (Tereftalato de Polietileno), en forma de fibras de 5 cm de largo y de 1mm a 3mm de ancho, y así poderlo incorporar al elemento prefabricado de concreto y que cumplan con los ensayos a realizar de la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción.	DOSIFICACIÓN DE PLÁSTICO RECICLADO PET	0.70% DE PLÁSTICO RECICLADO PET	BALANZA / HOJAS DE CÁLCULOS
				1.20% DE PLÁSTICO RECICLADO PET	BALANZA / HOJAS DE CÁLCULOS
				1.40% DE PLÁSTICO RECILADO PET	BALANZA / HOJAS DE CÁLCULOS
(V.D.) ELEMENTO PRE FABRICADO DE CONCRETO DE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	Según Rivera (2014), menciona que cuando se mezcla el cemento con el agua reaccionan entre sí y forman una mezcla homogénea y manejable, en algunos casos se le puede agregar unas sustancias llamados Aditivos para el concreto, dichos Aditivos mejoran algunas propiedades al concreto en cuanto a la trabajabilidad, tiempo de fraguado, etc.	Obtener resultados positivos a los ensayos de las propiedades mecánicas del concreto, también poder analizar los costos en la producción de dichos elementos prefabricados de concreto con la incorporación del plástico reciclado PET.	PROPIEDADES MECÁNICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	ENSAYO A LA COMPRESIÓN
				RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	ENSAYO A LA FLEXIÓN
				RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	ENSAYO A LA TRACCIÓN
			COSTOS	COSTOS DIRECTOS	HOJAS DE CÁLCULOS
					HOJAS DE CÁLCULOS
					PRESUPUESTOS
		HOJAS DE CÁLCULOS			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: "Utilización de plástico reciclado (PET), en elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019"

Autor: Santiago Cordova Pacheco

PROBLEMA	OBEJTIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. DEPENDIENTE: ELEMENTO PREFABRICADO DE CONCRETO			Metodo: Analisis documental Tipo: (Aplicativo) Nivel: (Explicativo y descriptivo) Diseño: (Experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Población: Todos los ensayos realizados para la obtención de datos. Muestra: Muestreo: Técnica: Observación Directa. Instrumentos: Formatos de los ensayos realizados.
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cómo influye el plástico reciclado PET en el concreto para aligerar los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	Evaluar la influencia del plástico reciclado PET para mejorar los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.	La incorporación del plástico reciclado PET mejorará el concreto en aligerar los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019.	D1: Propiedades Mecánicas	I3: Resistencia a la Compresión. I4: Resistencia a la Flexión I5: Resistencia a la Tracción.	Ensayo a la Compresión. Ensayo a la Flexión. Ensayo a la Tracción.	
			D2: Propiedades Físicas	I1: Granulometría I2: Contenido de Humedad	Ensayos de Granulometría y Contenido de humedad	
			D3: Costos	I6: Costos directos I7: Presupuestos	Hojas de Cálculos Hojas de Cálculos	
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. INPENDIENTE: PLÁSTICO RECILADO (PET)			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cómo influye las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado PET, en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	Determinar la influencia de las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado PET, en las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	Las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado PET, mejorarán las propiedades mecánicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	D4: Dosificación del plástico reciclado (PET)	I8: 0.70% de Plástico PET I9: 1.20% de Plástico PET I10: 1.40% de Plástico PET	Hojas de Cálculos Hojas de Cálculos Hojas de Cálculos	
¿Cómo influye las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado PET, en las propiedades físicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	Determinar la influencia de las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado PET, en las propiedades físicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	Las diferentes dosificaciones de (0.7%, 1.2% y 1.4%) del plástico reciclado PET, mejorarán las propiedades físicas de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?				
¿Cómo influye la dosificación optima del plástico reciclado PET, en los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	Determinar la influencia de la dosificación optima del plástico reciclado PET, en los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?	La dosificación optima del plástico reciclado PET, mejorarán los costos de los elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019?				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: REVISIÓN DE INSTRUMENTOS

ITEMS	CUADRO DE ENSAYOS
1	ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.
2	ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.
3	ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CERTIFICADO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: 0.5%, 1.0%, 1.5%.

“Estudio del Comportamiento del Concreto con Adición de Plástico Reciclado en la Ciudad de Arequipa”

7.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

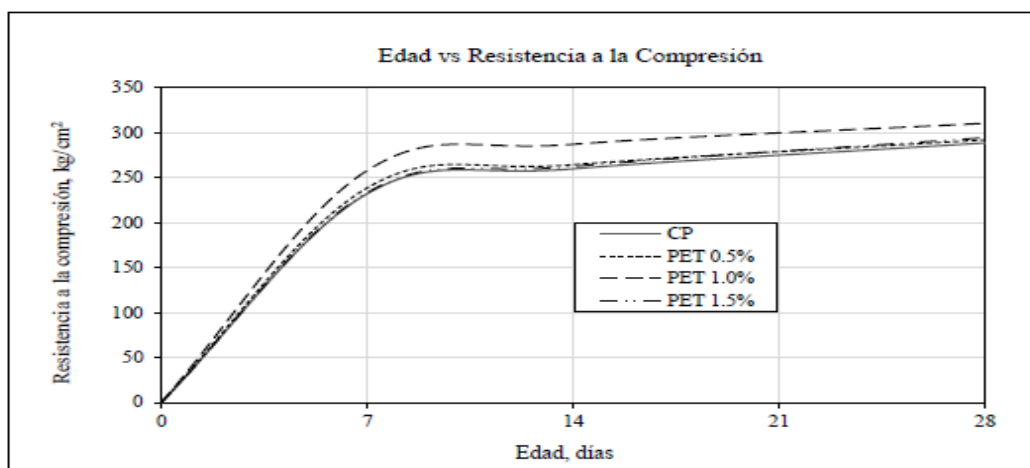
7.3.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO – PET.

La adición se realizó en forma de material molido.

Edad (días)	CP kg/cm ²	PET 0.5% kg/cm ²	PET 1.0% kg/cm ²	PET 1.5% kg/cm ²
7	231.94	238.36	257.80	233.02
14	259.63	264.23	287.01	262.22
28	288.40	291.77	310.38	294.21

TABLA. RESULTADOS A LA COMPRESIÓN.



GRÁFICA. RESULTADOS A LA COMPRESIÓN.

Edad (días)	CP (%)	PET 0.5% (%)	PET 1.0% (%)	PET 1.5% (%)
7	100.00	102.76	111.15	100.46
14	100.00	101.77	110.55	101.00
28	100.00	101.17	107.62	102.01

TABLA. RESULTADOS PORCENTUALES.


En adelante se hará un análisis detallado por los diferentes porcentajes de adición.

Márquez, P., (2019), información de su tesis para su Título de Ingeniero Civil, titulado “Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa”, de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Anexo 7: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CERTIFICADO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN: 0.5%, 1.0%, 1.5%.

Tabla 71: Resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral a diferentes edades.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
TESISTA		: REYES MONT OYA, INGRID MILAGRITOS			
DISEÑOS		: VARIOS	Norma	: 339.078	
RELACIÓN (a/c)		: 0.56	Fecha	: Varios	
DISEÑOS					
Diseño		Aditivo	Flexión		
Descripción	% de PET Reciclado		Resistencia f'c (kg/cm2)		
			7 Días	14 Días	28 Días
DP-Único	0	-	34	42	45
DP-Único	0	-	37	43	46
DP-Único	0	-	39	44	45
DPET-0.5	0.5	-	38	43	48
DPET-0.5	0.5	-	37	44	47
DPET-0.5	0.5	-	39	45	45
DPET-01	1	-	40	45	48
DPET-01	1	-	38	43	47
DPET-01	1	-	41	46	48
DPET-1.5	1.5	-	41	46	49
DPET-1.5	1.5	-	40	47	50
DPET-1.5	1.5	-	43	47	52
DPET-VC-0.5	0.5	✓	39	45	51
DPET-VC-0.5	0.5	✓	39	47	50
DPET-VC-0.5	0.5	✓	41	46	49
DPET-VC-01	1	✓	41	48	51
DPET-VC-01	1	✓	44	49	52
DPET-VC-01	1	✓	42	46	53
DPET-VC-1.5	1.5	✓	42	49	53
DPET-VC-1.5	1.5	✓	46	50	56
DPET-VC-1.5	1.5	✓	44	51	55
Promedio			40.3	46.0	49.5
Desviación Estándar			2.75	2.44	3.21
Coeficiente De Variación			7%	5%	6%

Fuente: Elaboración Propia


98

Reyes, (2018), información de su tesis para Ingeniero Civil titulado “Diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta Ate – Lima Este (2018)” de la Universidad Ricardo Palma.

Anexo 8: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CERTIFICADO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN: 0.5%, 1.0%, 1.5%.

Tabla 69: Resultados de resistencia a la tracción por compresión diametral a diferentes edades.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		RESISTENCIA A TRACCIÓN			
TESISTA		: REYES MONT OYA, INGRID MILAGRITOS			
DISEÑOS		: VARIOS	Norma	: 339.084	
RELACIÓN (a/c)		: 0.56	Fecha	: Varios	
DISEÑOS					
Diseño		Aditivo	Tracción		
Descripción	% de PET Reciclado		Resistencia f'c (kg/cm ²)		
			7 Días	14 Días	28 Días
DP-Único	0	-	35	37	41
DP-Único	0	-	33	38	38
DP-Único	0	-	34	36	40
DPET-0.5	0.5	-	29	37	39
DPET-0.5	0.5	-	35	36	39
DPET-0.5	0.5	-	32	35	38
DPET-01	1	-	32	34	36
DPET-01	1	-	31	33	38
DPET-01	1	-	28	35	37
DPET-1.5	1.5	-	30	33	35
DPET-1.5	1.5	-	26	31	33
DPET-1.5	1.5	-	29	34	34
DPET-VC-0.5	0.5	√	35	38	40
DPET-VC-0.5	0.5	√	33	39	44
DPET-VC-0.5	0.5	√	36	39	43
DPET-VC-01	1	√	30	34	39
DPET-VC-01	1	√	34	35	37
DPET-VC-01	1	√	29	36	39
DPET-VC-1.5	1.5	√	26	30	34
DPET-VC-1.5	1.5	√	27	31	33
DPET-VC-1.5	1.5	√	24	32	33
Promedio			31	35	38
Desviación Estándar			3.46	2.58	3.15
Coefficiente De Variación			11%	7%	8%

Fuente: Elaboración Propia

95

Reyes, (2018), información de su tesis para Ingeniero Civil titulado “Diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta Ate – Lima Este (2018)” de la Universidad Ricardo Palma.

Anexo 9: HOJA TECNICA DE PLASTIFICANTE



El mejor amigo del concreto

Av. Los Falsanes N° 675, Urb. La Campiña, Chorrillos Lima - Perú
(01) 2523058 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Plastificantes / Superplastificantes / Reductores de agua

Z Fluidizante SR

Descripción: Aditivo súper plastificante para hormigón y reductor de agua de alto rango, economizador de cemento. Cumple con las especificaciones ASTM C 494, Tipo A y F. No contiene cloruro, no es tóxico, no es inflamable.

Ventajas

- Mayor trabajabilidad del concreto.
- No necesita aumentar el contenido del cemento y agua por m³.
- Evita la formación de cangrejeras.
- Mayor facilidad de enviar el hormigón a alturas con bomba de concreto.
- Se acomoda mejor el concreto al fierro corrugado.
- No altera el tiempo de fragua inicial del concreto.
- Reduce el drenaje del agua al ser más hermético.
- Resistente a ácidos, álcalis, sulfatos.
- Aumenta el asentamiento (slump) 6° - 8°.

Usos

- En concreto armado.
- En concretos con alta densidad de acero.
- En concretos pre-mezclados.
- En concretos caravista.

Aplicación

- Como superplastificante agregar al concreto o mortero ya listo para ser vaciado y remezclar por espacio de 5 minutos hasta que la mezcla quede fluida.
- Como reductor de agua o cemento agregar disuelto en la última parte del agua de amasado durante el mezclado.

Cuidados

- Utilizar buenos agregados y un diseño adecuado.
- En ciertas condiciones climatológicas varía la dosificación.
- En caso de ser necesario usar entrampador de aire de 1/2 a 3/4 de onza de lo normal.
- Para determinar el slump deseado hacer pruebas en el campo.
- Utilizar guantes, lentes, respiradores.
- En caso el producto cayera a la vista o a la piel lavar con abundante agua o consultar al médico.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | coordinacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

Anexo 10: HOJA TECNICA DE PLASTIFICANTE



El mejor amigo del concreto

Av. Los Palmares N° 675 Urb. La Campiña, Chorrillos, Lima - Perú
(01) 25230058 | F50 093 271 / 994 268 534 / 998 126 594 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Densidad

1.18 ± 0.02 Kg./L

Dosificación

- Como súper plastificante usar de 6 onzas a 12 onzas X BC
- Como reductor de agua y cemento, 18 onzas X BC
- 0.4% = 6 Onzas
- 0.8% = 12 Onzas

Envases

- 1 Galón; 5 Galones; 55 Galones.
- Peso x Galón: 4.466 Kg/gal. = 3.785 Ltrs.

Tiempo de almacenamiento: 1 año.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe
San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 285 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 126 493
Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495
Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 406 / 923 055 398
Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1002 - Wanchaq. Telf: (064) 257 111 / 994 265 292
Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 200 335 / 994 044 594 | Trujillo: Av. América Sur 816. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 995 127 657