



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'_{C} = 210\text{KG/CM}^2$
con adición de tereftalato de polietileno triturado para viviendas,
Ica-2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Valdivieso Gutierrez, David Harold (ORCID: 0000-0002-1067-8902)

ASESOR:

Dr. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: 0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria:

Para mi madre Ana Luz Gutiérrez que, desde muy pequeño, siempre ella me inculco el amor por el estudio y el coraje para seguir adelante con mis metas, a mi padre David Valdivieso por brindarme su apoyo en los estudios, a mi hermana Kimberly, mis abuelos y tíos

Agradecimientos:

Agradezco a dios por bendecirme a mí y mi familia, a mis padres, a mi tía por su apoyo incondicional, a mi asesor de tesis, al Ing. Jorge Richard Olarte Pinares.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	29
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	29
3.2. Variables y operacionalización	29
3.3. Población, Muestra y Muestreo	30
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimiento	31
3.6. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	33
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	49

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros granulométricos del agregado fino	14
Tabla 2. Parámetros granulométricos del agregado fino	15
Tabla 3. Parámetros granulométricos del agregado fino	15
Tabla 4. Tolerancias en concentraciones de impurezas en el agua de mezclas..	17
Tabla 5. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso.....	21
Tabla 6. Datos técnicos del Polietileno Tereftalato.....	23
Tabla 7. Datos técnicos del Polietileno Tereftalato.....	25
Tabla 8. Resistencia a los 7 días con 0% de PET	33
Tabla 9. Resistencia a los 7 días con 5% de PET	34
Tabla 10. Resistencia a los 7 días con 10% de PET	34
Tabla 11. Resistencia a los 14 días con 0% de PET	35
Tabla 12. Resistencia a los 14 días con 5% de PET	36
Tabla 13. Resistencia a los 14 días con 10% de PET	36
Tabla 14. Resistencia a los 28 días con 0% de PET	37
Tabla 15. Resistencia a los 28 días con 5% de PET	37
Tabla 16. Resistencia a los 28 días con 10% de PET	38
Tabla 17. Asentamiento del concreto	39
Tabla 18. Exudación con 0% de PET	40
Tabla 19. Exudación con 5% de PET	40
Tabla 20. Exudación con 10% de PET	41
Tabla 21. Volumen y porcentaje de exudación.....	42

Índice de figuras

Figura 1. Toma de cilindros de concreto	20
Figura 2. Esquematización del peso volumétrico	20
Figura 3. Cálculo la cantidad de agregado grueso.	21
Figura 4. Volumen de agregado grueso	22
Figura 5. Peso seco del agregado fino	22
Figura 6. Porcentaje del volumen de agregado fino con respecto al volumen total de agregados.	22

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de utilizar productos reciclables e inorgánicos, ubicados en abundancia para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm². En el capítulo I se menciona la introducción donde se explica la problemática internacional, nacional y local, además, se realiza la justificación teórica, metodológica, técnica y social al incorporar tereftalato de polietileno al concreto. Así mismo, se plantea los objetivos e hipótesis considerando los problemas planteados anteriormente.

En el capítulo II se detalla los antecedentes relevantes para la investigación, bibliografías importantes que contiene variables similares a la presente investigación; así mismo, se define el término tereftalato de polietileno y sus propiedades. Se considera la definición de los elementos que se emplean en el diseño de mezcla del concreto $f'c=210$ kg/cm² y el procedimiento de los ensayos en laboratorio. La metodología de la investigación se menciona en el capítulo III de manera detallada, donde el tipo de investigación es aplicada, enfoque cuantitativo, nivel explicativo descriptivo y diseño experimental; la población y muestra son las probetas de concretos utilizados para evaluar las propiedades del concreto incorporados con el tereftalato de polietileno.

En el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos a través de los ensayos realizados con guía de las respectivas normas técnicas peruanas, se obtienen las propiedades mecánicas del concreto: resistencia a las compresión y exudación, así mismo, la dosificación óptima del tereftalato para obtener concreto con mejores características. En el capítulo V, se realiza la discusión de los resultados obtenidos con la bibliografía empleada en la presente investigación. Por último, se realiza las conclusiones y recomendaciones de la investigación, en los capítulos VI y VII, respectivamente.

Palabras clave: Propiedades físicas y mecánicas del concreto, tereftalato de polietileno.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of using recyclable and inorganic products, located in abundance to improve the physical and mechanical properties of concrete $f'_c=210$ kg/cm². Chapter I mentions the introduction where the international, national and local problems are explained, in addition, the theoretical, methodological, technical and social justification is made when incorporating polyethylene terephthalate into concrete. Likewise, the objectives and hypotheses are considered considering the problems previously mentioned.

Chapter II details the relevant background for the investigation, important bibliographies that contain variables similar to the present investigation; likewise, the term polyethylene terephthalate and its properties are defined. The definition of the elements used in the concrete mix design $f'_c=210$ kg/cm² and the laboratory test procedure are considered. The research methodology is mentioned in detail in chapter III, where the type of research is applied, quantitative approach, descriptive explanatory level and experimental design; the population and sample are the concrete test tubes used to evaluate the properties of the concrete incorporated with polyethylene terephthalate.

Chapter IV shows the results obtained through the tests carried out with the guidance of the respective Peruvian technical standards, the mechanical properties of the concrete are obtained: resistance to compression and exudation, as well as the optimal dosage of terephthalate to obtain concrete with better features. In chapter V, the discussion of the results obtained with the bibliography used in the present investigation is carried out. Finally, the conclusions and recommendations of the investigation are made in chapters VI and VII, respectively.

Keywords: Physical and mechanical properties of concrete, polyethylene terephthalate.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido a los escasos recursos naturales generados por la sobreexplotación de materias primas naturales, y por el deseo de reducir el elevado costo en materiales indispensables para la construcción, se utilizan materiales reciclados en el proceso constructivo para disminuir el impacto en nuestro ecosistema, entre otros factores. Es por ello que tecnología implementada hoy en día ha impulsado a la industria a innovar en materiales que tienen componentes utilizables y pueden reutilizarse en el desempeño de la ingeniería civil.

Sanabria (2020), Los residuos que se producen en Colombia no se aprovechan en su totalidad, lo que ha provocado un aumento en la cuantía de residuos sólidos en los colmados sanitarios de nuestro país. Según el informe de disposición final de residuos sólidos, Colombia produjo 10,327,551 toneladas de basura en 2017 y 12 millones de toneladas en 2018, un aumento de alrededor del 16,2%, provocando daños ambientales por sus emisiones. Por otro lado, tenemos uno de los tantos materiales de más rápido crecimiento en la construcción, el hormigón, que se emplea en la mayoría de las construcciones debido a su eminente resistencia. No obstante, una alta resistencia da como resultado una gran cantidad de hormigón, lo que aumenta la carga estática en la estructura. Por esta razón se integran concretos que a pesar de ser ligeros tienen calidad, sencillo uso, y asimismo precipita el proceso constructivo.

Para Reyes (2018) en Perú, hay diversos proyectos habitacionales se han ejecutado debido al gran avance de nuevas tecnologías para optimizar los métodos productivos y/o constructivos. Una de las principales contribuciones corresponde a la añadidura de fibras sintéticas a la mezcla. El concreto, se ha estudiado ampliamente, el hormigón puede resistir la tensión de compresión, pero puede fallar gravemente en apariencia de tensión. El complemento de fibras puede optimizar propiedades delimitadas del hormigón, como la resistencia a la flexión. Hasta la fecha, la investigación continúa cuantificando estos progresos, como una amplia resistencia a la tracción y evitación de grietas. En este artículo estudiaremos en

detalle cómo añadir fibras recicladas al hormigón para mejorar sus propiedades, especialmente en términos de tensión de tracción y flexión.

En la ciudad de Ica, el tereftalato de polietileno es el producto desechable y/o desintegrado uniforme de todo tipo de envases plásticos, el cual provoca contaminación ambiental por la gran cantidad de residuos. Así mismo, los avances tecnológicos en proyectos de ingeniería hacen que mejoren propiedades de elementos estructurales, por ende, la investigación con el propósito de reducir la contaminación ambiental plantea introducir elementos reciclables al diseño de concreto para la mejora de las propiedades del mismo, entre las características más destacadas están la perdurabilidad, alta firmeza a las soluciones de carácter mecánico, cabe resaltar el gran aporte de resistencia, esfuerzo constante y rápido a las solicitudes. Es por ello que se plantea los siguientes problemas, como general ¿Qué elementos inorgánicos disponibles existen en la ciudad de Ica como alternativa para mejorar las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$? y específicos ¿De qué manera afecta la adición de tereftalato de polietileno triturado en la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?, ¿De qué forma contribuye emplear tereftalato de polietileno triturado en la trabajabilidad en el diseño de mezcla para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$? y ¿Cuál es el beneficio de emplear tereftalato de polietileno triturado en el diseño de mezcla del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para disminuir la exudación en estado fresco?

La justificación de la investigación busca proporcionar información acerca de utilizar tereftalato de polietileno para optimiza las propiedades tanto físicas como mecánicas, ya que estos se encuentran en gran aumento sin tener en cuenta la consecuencia que produce en el medio ambiente. Por ende, se busca investigar el tereftalato de polietileno en emplear, no solo en el concreto, sino que en otros elementos. En referencia a la **justificación teoría** se estudiará a mayor precisión las variables de la presente investigación, relacionada al tereftalato de polietileno en la incorporación en el concreto, esto permitirá mejorar sus propiedades tanto físico como mecánicos.

Como **justificación metodológica**, la investigación nace la necesidad de poner en práctica el tereftalato de polietileno al añadir al diseño de concreto para mejorar las

propiedades física-mecánicas. En la investigación se designan otros estudios que utilizan métodos similares, éstas se pueden incorporar la parte analítica, equipamientos y evaluaciones. La **justificación técnica** de la investigación busca proporcionar información relevante para los avances tecnológicos en concretos para proyectos estructurales, además se utilizarán laboratorios para obtener resultados válidos para la investigación; y como **justificación social** el presente trabajo de investigación busca el uso de residuos inorgánicos (PET) para tener impactos en factores importantes como ambiental y económico, es por eso que pueden ser materiales aceptables.

La investigación busca utilizar productos que se encuentran en abundancia para modificar las propiedades del concreto, para la investigación se utiliza el tereftalato de polietileno. Con ello, mejoramiento de la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm², contribuir en la trabajabilidad del mismo, y por último determinar el beneficio que genera el tereftalato de polietileno triturado en la disminución de la exudación del concreto en estado fresco.

Una vez planteados los problemas como también objetivos, se proyecta la hipótesis general, donde uno de los elementos inorgánicos que mejoraría las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² es el tereftalato de polietileno. Como específicos se tiene que con la incorporación del tereftalato de polietileno triturado mejoraría la resistencia a la compresión, así mismo mejoraría la trabajabilidad el concreto $f'c=210$ kg/cm² en estado fresco y la exudación presente reduciría considerablemente sin dañar el diseño del concreto.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Léctor y Villarreal (2017) diseñó concreto convencional y agregando materiales plásticos reciclados triturado (PET). El método empleado fue cualitativo, con diseño experimental, considerando una población comprendida por 4 muestras de la combinación de concreto con aditivos de plástico de reciclaje. Luego con el resultado se pudo ver que, la densidad del concreto aminora en porcentaje cuando se añade el plástico, debido a que éste último adicionado tiene bajo peso, y disminuye entre 5 a 13% pero no necesariamente por el plástico sino por la afluencia de partículas, de la manera que repercute en el elevado contenido de aire que se presenta en el concreto fresco y cabe la posibilidad de causar alguna falla. Concluyeron que el manejo del diseño de la confluencia simplifica con el agregado de insumos de reciclaje, y en particularidad con PET (materiales plásticos triturados), además se obtuvo un valor de 1 de manera única, cuando se empleó la relación de agua y cemento que concierne a una mezcla de resistencia moderada.

Más Chávez (2018) en estudio denominado “Aplicaciones de concreto incorporando tereftalato de polietileno” cuyo propósito fue evaluar en qué aplicaciones de la construcción se puede utilizar el concreto incorporando tereftalato de polietileno. De método cualitativo y un diseño experimental que tiene en cuenta un grupo de 8 tubos de ensayo con un radio de 15 cm y 30 cm de altura. Y un producto con un volumen de 0.0212 m³, será fabricado de manera tradicional y contendrá PET. Los resultados muestran que en la relación agua y cemento es igual 0.60, la resistencia a la compresión del hormigón mezclado con tereftalato de polietileno a los 28 días es: conteniendo 5% de PET: la muestra tiene 88.6% de la resistencia de la muestra estándar, Una disminución de 11.4 % y PET 7%: la resistencia de la muestra es del 78,4% de la muestra estándar, una disminución del 21,6%; PET es del 10%: la resistencia de la muestra es del 68,9% del patrón de la muestra, una disminución del 31,1%. Llegó a la conclusión de que el hormigón de tereftalato de polietileno con una relación a/c = 0,60 y 0,70 se puede utilizar para estructuras que requieren resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$.

Reyes (2018) en su estudio pretende conocer cómo influye el diseño de la mixtura de concreto con fibras de PET en la elaboración de losas en un asentamiento humano de Lima. Es de enfoque cuantitativo, de diseño experimental, descriptivo y correlacional, considerando una población comprendida por ensayos de mezcla de diferentes dosificaciones de aditivo plastificante y PET. Los resultados demostraron que el tereftalato de polietileno (PET) al incrementar entonces en un 3% se simplificó la resistencia a la compresión, mientras que en un 5% disminuyó la resistencia a la tracción sin embargo en un 5% proliferó la resistencia a la flexión en paralelo a la muestra. Concluyó que cuando acrecentábamos el porcentaje de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas, esto es adverso debido a la falta de un buen mecanismo, sin embargo, con una dosis de químico agregado de 0,7%. Visco Crete 1110, se obtuvo la nivelación deseada porque a pesar del elevado porcentaje de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas (1,5%), por tanto, la mezcla de hormigón se mantuvo uniforme, autónoma y utilizable.

Pinedo (2019) en su estudio pretende determinar si el hormigón con resinas de PET reciclado mejorará la firmeza a la compresión. La metodología es de enfoque cuantitativo, de diseño experimental, considerando una población comprendida por 3 mezclas de adherido grueso además de fino, y también de aditivos PET. Los resultados revelaron que la resistencia a la compresión del hormigón estándar a los 28 días es de 220,01 kg / cm² y la resistencia a la compresión del concreto suplementado es del 5%. 10%, 15% PET respectivamente son 191,84 kg / cm², 168,25 kg / cm², 151,31 kg / cm². Con la añadidura de 5% de PET, la resistencia a la compresión se reduce en un 13% en comparación con el hormigón estándar. Estándar 10% PET 24% y 15% PET 31%. Concluyo que el hormigón con la adición de resina PET reciclada tiene propiedades para ser utilizado en el área de construcción de hormigón no estructural, del mismo modo es una manera de reducir los residuos plásticos para el medio ambiente.

Seguidamente los antecedentes internacionales como Sanabria (2020) en su investigación tiene el objetivo de evaluar los atributos del cuerpo del concreto celular al reemplazar el 25%, el 50%, el 75% y el 100% del crudo total con Polietileno Tereftalato en comparación con el concreto comúnmente utilizado con

las pruebas de resistencia de 3,000 psi. Los métodos de aplicación son métodos cuantitativos para las pruebas de diseños, con una población, incluidas muestras o 9 muestras para producir concreto convencional y 9 otros tipos para cada proporción para desarrollar dinámica de concreto móvil, fundamentando que se debe hacer (25%, 50%, 75% 100%.) De polietileno tereftalado y muestras, incluidos los patrones cilíndricos de 15x30 cm (altura y diámetro) para promover el material mencionado en el transcurso, depende del tipo de concreto para crecer, teniendo en cuenta este concreto se hará con una resistencia de 3000 psi. Los resultados muestran que el nivel de resistencia mínimo del concreto clásico o tradicional es de 2465 PSI, el 25% del total de 1887 psi, son contrarios al 50%, 75 % y 100%, debido a que el plástico no permitirá la unión del material adecuadamente, ya que su tamaño es muy significativo, notó que en el cilindro, está tan vacío que perjudican la resistencia, de modo que no se emplee plástico al menos 25 %. Concluyo que, después de hacer la prueba de compresión, puede indicar al plástico como un material complejo para manipular, ya que tiende a comportarse como aislamiento, evitando que los conjuntos correctamente conectados en la forma, por lo que cuando use el plástico triturado en una proporción mayor las brechas aumentan en los cilindros, brindándoles una apariencia absorbente y la falta de comportamiento mecánico.

Zúñiga (2017) realizó una investigación cuyo propósito fue evaluar la peripezia de aprovechar el tereftalato de polietileno (PET) reciclado como material adherido en las fusiones de mortero y concreto para su beneficio y descenso del impacto ambiental. La metodología es de enfoque cuantitativo y diseño experimental que considera una combinación que incluye pruebas de laboratorio, pruebas de resistencia mecánica y pruebas físicas como permeabilidad y absorción. lechada y dieciséis (16) hormigones, en los que hasta un 15% del agregado fino ha sido reemplazado por PET reciclado. Los resultados mostraron que se encontró el mejor rendimiento para las muestras de prueba que incluían PET reciclado en comparación con la muestra estándar en las pruebas de tracción y compresión; mostró que, al incluir PET reciclado en el volumen del medio de arena, se progresa en rendimiento de compresión y tracción del material. En conclusión, la posibilidad de utilizar PET reciclado en mezclas de hormigón y mortero debe tener en cuenta

la utilización final de la mezcla como también la resistencia adecuada en función del cargo del material.

Carreño (2020) en su estudio tiene como finalidad comprobar la factibilidad de una fracción óptima de relevo en áridos finos o también arena, por PET (polietileno tereftalato). La metodología es de enfoque cuantitativo, de diseño correlacional, considerando una población comprendida por una recopilación bibliográfica de ensayos de hormigón y morteros. Los resultados muestran que todos los autores lo indican, porque la cantidad de animales reduce la resistencia a la compresión a la compresión mixta de acuerdo con la misma tasa de A / C o la misma cuantía de cemento integrado, se ha encontrado que para estas mixturas de baja resistencia a las 45. %, la relatividad de los estudios no puede determinar los límites de límite en las dosis, ya que, aunque el promedio corresponde al concreto, se presenta de 20 a 30 MPa cuando se comprime, mientras que otros autores tienen resultados favorables para concreto 40 y hasta 70 MPa con compresión. Concluyó que la independencia de las resistencias de búsqueda se logra, se puede reemplazar de 0,5% a 20% de los animales en la mezcla y lograr resultados anhelados, debido a grandes limitaciones correspondientes a la cantidad de cemento, que tiene una durabilidad normal o Portland con adiciones con adiciones. La relación A / C debe desplazarse en el rango de 0,45 a 0,50 y, finalmente, el plástico de reciclaje que se calcula, si está bien calculado triturado en hilo o tratamiento térmico.

Como revistas científicas tenemos a Acevedo y Posada (2018) desarrollaron una investigación donde evalúan la manejabilidad y resistencia a la compresión del concreto incorporando tereftalato de polietileno en sustitución del agregado finos. Se realizó la investigación con las adiciones de 5%, 10%, 15% y 20% comparando con un diseño patrón (0% de adición) Como resultado obtuvieron que el tereftalato de polietileno mejora la resistencia a la compresión con la incorporación en 15% de PET, sin embargo, la manejabilidad es deficiente.

Botero et al.(2014) desarrolló una investigación acerca del comportamiento mecánico del PET en las aplicaciones en procesos geotécnicos, con el propósito de plantear opciones para la mitigación del problema de la producción de residuos

sólidos que aumentan exponencialmente en los últimos años. La investigación se realizó para reutilizar los elementos de tereftalato de polietileno sustituyendo elementos ligeros convencionales para nivelar o reemplazo de suelo. El método fue caracterizando de manera mecánica los productos de PET del lugar donde se abastece de forma conjunta e individual. Como resultado y conclusión, los productos de tereftalato de polietileno proporcionan resistencia a la compresión los cuales deben ser aprovechables para las siguientes investigaciones.

Infante y Valderrama (2019) desarrolló una investigación titulada “Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET)” cuyo propósito fue reutilizar elemento plástico reemplazando al agregado fino en la fabricación de concreto. La investigación evalúa el comportamiento ambiental, económico y técnico mediante ensayos de laboratorio. Concluye, que la adición del 10% PET al concreto mejora las propiedades mecánicas en relación a las normas técnicas, lo cual, los elementos serían empleados para muros no estructurales; y en cuanto al costo, es aproximadamente a un elemento de concreto tradicional.

Revistas en otros idiomas, Umasabor y Daniel (2020) el consumo anual de plásticos en Nigeria ha aumentado drásticamente y el reciclaje de residuos plásticos se ha convertido en uno de los principales desafíos de los últimos tiempos. El tereftalato de polietileno (PET) fue seleccionado para el estudio con el propósito de determinar su posible uso como aditivo en la construcción de hormigón. El estudio utilizó el diseño de investigación experimental para llevar a cabo su trabajo. El PET se pulverizó para que pueda mezclarse con el hormigón. El PET pulverizado se utilizó en hormigones con porcentajes de 5 %, 10 % y 15 % en peso de árido fino convencional. Se prepararon cuatro tipos de especímenes de concreto, incluido el control. Se ensayaron las resistencias a flexión y compresión de las probetas de hormigón, después de un período de curado de 3 días, 7 días, 14 días y 28 días respectivamente. El resultado mostró que la probeta de hormigón que contenía PET al 5 % en peso mostró mayor resistencia a la compresión que otras probetas. La resistencia a la flexión de los especímenes de concreto que contenían agregado de PET fue inferior a la del concreto de control.

Ook et al. (2021) La gestión de los desechos plásticos es un desafío enorme y el reciclaje de plásticos para aplicaciones más nuevas es una solución potencial. Este estudio investiga la viabilidad de utilizar polvo de tereftalato de polietileno (PET) en compuestos cementosos. Los cambios en la resistencia y microestructura del cemento Portland que incorpora polvo de PET con diferentes proporciones de reemplazo se analizaron sistemáticamente a través de las medidas de resistencia a la compresión, calorimetría isotérmica, difracción de rayos X, análisis termogravimétrico y espectroscopia Raman. Además, se estudiaron los posibles cambios químicos de las muestras de pasta de cemento al exponerlas a diferentes condiciones, incluyendo agua desionizada, agua de mar y solución de poros simulada. Según los resultados de las pruebas y el análisis, no se observaron cambios químicos aparentes en las muestras de pasta de cemento, independientemente de las condiciones de exposición. Por el contrario, el polvo de PET incorporado al concreto exhibió cambios notables, que pueden haber ocurrido durante el proceso de mezclado. Los resultados también sugirieron que la proporción máxima de reemplazo del polvo de PET debe ser inferior al 10 % del aglomerante (en masa) para minimizar su influencia en la hidratación del cemento, debido a la interacción entre el agua y el PET. Las muestras que contenían PET mostraron la presencia de hidratos de aluminato de calcio que estaban ausentes en la muestra de pasta pura.

Jay et al. (2021) menciona que las publicaciones sobre tereftalato de polietileno (PET) continúan aumentando, incluido el número de publicaciones sobre reciclaje. El PET es un material versátil con la capacidad de volver a fabricarse desde su estado de polímero mediante el reciclaje mecánico e incluso volver a su monómero original mediante el reciclaje avanzado. La escala del uso de PET permite continuar con la investigación y las aplicaciones para mejorar el reciclaje. Las publicaciones sobre nuevos usos del PET desechado y la capacidad de limpiarlo y convertirlo en muchas formas, incluidos materiales alternativos, se están expandiendo con un intento de completar el uso circular o mejorar el final de la vida útil. Como se indica en los estudios de evaluación del ciclo de vida, los aumentos en el reciclaje reducen la energía requerida para fabricar productos. El futuro del PET reducirá aún más la demanda de energía con los mayores avances en tecnologías de reciclaje y resinas de origen biológico que tienden hacia soluciones de energía cero y carbono

negativo. Siguen existiendo oportunidades de mejora en el uso de PET con pesos ligeros. Las pruebas de nuevas resinas, el desarrollo de materias primas biológicas, las mejoras en la ingeniería, el procesamiento, el reciclaje y el diseño continúan brindando beneficios. Esta revisión proporciona contexto para estos desarrollos.

De acuerdo a los enfoques conceptuales, Teodoro (2002) El hormigón catalogado como una mixtura de cemento además de adherido grueso como roca, y también adherido fino como la arena y agua. Por otro lado, es un mortero formado por cemento, agua y arena que une las diferentes partículas de gran agregado rellenando los huecos entre ellas. Teóricamente, el volumen de lechada debe llenar solo el volumen granular. En la práctica, esta magnitud es elevada debido al uso de elevadas cantidades de mortero para evitar la formación de huecos. Para poder tener un buen hormigón, no es suficiente con mezclar materiales de alta calidad en las correspondencias adecuadas. Igualmente, deben tenerse en cuenta elementos como la mezcla, el transporte, colada y el montaje.

El cemento se fabrica triturando Clinker, calentándolo para que los materiales de piedra caliza y arcilla se disuelvan instantáneamente. Está organizado por lo siguiente:

- Silicato tricálcico, esto le proporciona una resistencia originaria y afecta exclusivamente a la temperatura del agua.
- Silicato dicálcico, establece tolerancia a largo plazo y no tiene mucho efecto termogénico hidratado.
- Aluminato tricálcico, cataliza la reacción de silicatos y genera una escena violenta. Ahora, en retrasar este fenómeno, es necesario agregarle yeso a lo largo de la fabricación de cemento, es un catalizador en la respuesta de los silicatos y estimula una escena violenta. Retardar este fenómeno, es necesario agregarle yeso en la fabricación de cemento.
- Alumino-Ferrito Tetracálcico, afecta la tasa hidratada y, en segundo lugar, la temperatura del agua.
- Otros componentes: titanio, manganeso, sodio, potasio y óxidos de magnesio.

Tenemos muchos tipos de cemento, los cuales están detallados en la norma ASTM-C- 150-99a. Estos son:

- Tipo I: se utiliza en general y no tiene propiedades específicas.
- Tipo II, temperatura del agua moderada y cierta resistencia al ataque de sulfatos.
- Tipo III, con resistencia al agua prematura como también alta.
- Tipo IV, agua a baja temperatura.
- Tipo V, considerada de alta resistencia al ataque de sulfatos.

Los áridos finos como los gruesos son partículas inertes del hormigón, puesto que no participan en la reacción química entre cemento y el agua. Los áridos finos deben ser fuertes, fuertes, limpios, sólidos y libres de impurezas como polvo, arcilla, lutita, álcali y materia orgánica. No debe abarcar más del 5% de arcilla o limo y no en aumento del 1,5% de materia orgánica. Su tamaño de partícula debe ser menor de 1/4 de pulgada y su clasificación debe desempeñarse con los requerimientos recomendados en ASTM-C-33-99A.

Las siguientes características representan un agregado fino para concreto:

- Los agregados finos, como los agregados gruesos, deben tener el tamaño adecuado para poder llenar los vacíos y producir una mezcla más densa.
- La cuantía de agregado fino que pasa por tamices N°50 y N°100 perjudica la trabajabilidad, sencillez de acabado, textura en la superficie y suavidad del concreto. Las descripciones admiten una tasa de paso de 50 tamices del 10 al 30%; Se recomienda un uso mínimo, aunque la aplicación es simple o cuando se termina mecánicamente, por ejemplo, en aceras, en cambio para pisos de hormigón pulido manual o donde se requiere una textura de superficie lisa. Use agregado fino de al menos 15% tamizado 50 y 3% Tamiz 100.
- El coeficiente de finura de los áridos finos utilizados en el procesamiento de mezclas de hormigón debe ser de 2,3 y 3,1 para evitar la segregación de los áridos gruesos cuando la arena es demasiado fina; además cuando la arena es demasiado corpulenta, tienes una mezcla gruesa.

- El aspecto de materia orgánica en la arena utilizada en la mixtura de hormigón conseguiría provocar una alteración parcial o como también total de la fijación del cemento.

Tabla 1. Parámetros granulométricos del agregado fino

Pasa el tamiz normalizado	Retenido sobre el Tamiz normalizado
600µm (Nº 30)	300µm (Nº 50)
1,18 mm (Nº 16)	600µm (Nº 30)
2,36 mm (Nº 8)	1,18 mm (Nº 16)
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)
9,50 mm (3/8")	4,75 mm (Nº 4)

Fuente: Manual de ensayo de materiales, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.

Agregado grueso es el elemento esencial para la creación del concreto. Por lo tanto, se deben utilizar tantas dimensiones como sea posible, teniendo en cuenta los requisitos de ubicación y resistencia. Capacidad de carga de hasta 250 kg / cm², se utiliza el tamaño mayor de agregado grueso; Para resistencias más altas, estudios actuales demostraron que se logra un consumo menor de cemento de una resistencia determinada (eficacia) con agregados más pequeños.

Parámetros del agregado grueso

- Una buena pendiente con dimensiones intermedias; La falta de dos o más dimensiones consecutivas puede generar problemas con la clase.
- Dimensiones máximas adaptadas a las condiciones de la estructura.
- Se deben evitar los agregados planos o extendidos, ya que además de proporcionar baja masa unitaria y baja resistencia mecánica, tienden a asentarse horizontalmente, formando bolsas de agua debajo de su superficie donde se acumulan y se elevan a la superficie por deposición de sólidos. partícula. Esta agua se almacena debajo de los gránulos dejando vacíos cuando se evapora después de la instalación, lo que deriva una reducción relevante de la resistencia del hormigón.
- Los gránulos inclinados forman una mezcla gruesa con la que es difícil trabajar.
- La superficie es limpia, rugosa y sin capa de barro.

- No tener grumos o migas de arcilla; El contenido fino suele limitarse a entre el 1 y el 3%, lo que permite una apropiada adhesión de las partículas y el cemento en la mezcla.
- El agregado grueso debe ser resistente al desgaste en la máquina ángel para asegurar su dureza. Los límites privilegiados son los siguientes: si se utilizan agregados para losas de hormigón o pavimento duro, el desgaste debe ser inferior al 35%. Si se utiliza en otras estructuras, el desgaste debe ser inferior al 40%.

Tabla 2. Parámetros granulométricos del agregado fino

Tabla 1-6. Volumen del agregado grueso por volumen unitario del concreto				
Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI

El agua es muy indispensable tanto en mezclas de mortero y hormigón, ya que accede que el cemento ejerza su fuerza aglutinante. NTC 3459 habla de la calidad del agua en el hormigón. En determinada cantidad de cemento, hay una cuantía de agua del agregado total requerido para hidratar el cemento; el agua restante solo aumenta la fluidez de la masa para que realice la función de lubricar el agregado y se puedan conseguir mixturas frescas.

Tabla 3. Parámetros granulométricos del agregado fino

Tabla 1-5. Requisitos aproximados de agua de mezcla y contenido de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales del agregado									
Revenimiento (mm)		Agua, kilogramo por metro cúbico de concreto, para los tamaños de agregado grueso indicados							
		9.5	12.5	19	25	37.5	50	75	150
Concreto sin aire incluido									
25	50	207	199	190	179	1.66	154	130	113
75	100	228	216	205	193	181	169	145	124
150	175	243	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido (%)		3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido									
25	50	181	175	168	160	150	142	122	107
75	100	202	193	84	175	165	157	133	119
150	175	216	205	197	184	184	166	154	-
Porcentaje del cont. de aire total recomendado, para el nivel de exposición, (%)									
Exposición leve		4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada		6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa		7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: ACI

Mientras que, el agua agregada es un conglomerado residual dentro de la combinación donde el concreto se solidifica y crea porosidad, lo que reduce la resistencia, por lo que cuando se necesita una mezcla algo líquida no se puede obtener fluidez con agua, sino que se deben agregar plastificantes. El agua empleada en la preparación del hormigón y mortero debe ser idónea libre de impurezas; donde contiene las siguientes características:

- El agua que contiene menos de 2000 p.p.m. de sólidos disueltos es adecuada para la fabricación de hormigón; Si comprende más que eso, debe probarse para establecer su efecto sobre la tenacidad del hormigón.
- Si se observan carbonato y bicarbonato de potasio o sodio en el agua unida, pueden responder con el cemento, provocando un asentamiento precipitado; en concentraciones más elevadas, también reducen la resistencia del hormigón.
- El alto porcentaje de cloruro en el agua de amasado puede provocar la corrosión de los cables de refuerzo o tensión en el hormigón pretensado.
- El agua que abarca hasta 10.000 ppm de sulfato sódico se puede utilizar para hormigón.
- El agua ácida con un pH inferior a 3 puede causar problemas en el manejo y debe evitarse siempre que sea posible.
- Cuando el agua incluye petróleo con una concentración superior al 2%, puede disminuir en un 20% la resistencia del hormigón.

- Si el agua de mar es inferior a 3,5%, se puede emplear hormigón no reforzado y la resistencia se reduce en un 12%, pero si la sal se amplía al 5%, la resistencia se reduce en un 30%.

Tabla 4. Tolerancias en concentraciones de impurezas en el agua de mezclas

	Limite	Método de Ensayo
Concentración máxima en el agua de mezcla		
Combinada, ppm ^A		
A	Cloruro como Cl ⁻ , ppm	
	1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 ^B NTP 339.076
	2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes.	1 000 ^B NTP 339.076
B	Sulfatos como SO ₄ , ppm	3000 NTP 339.074
C	Álcalis como (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O), ppm	600 ASTM C 114
D	Sólidos totales por masa, ppm	50 000 ASTM C 1603

Fuente: Manual de ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2016.

Propiedades del concreto

La trabajabilidad es considerada procedente del concreto en estado fresco y está definido como la aptitud de fraguar, compactar, terminar con precisión e incluso terminar sin separarse ni sangrar. La trabajabilidad está relacionada con el término ductilidad, que se define como una perteneció del hormigón fresco que le admite formarse y alterar poco a poco si no está ya vertido. La trabajabilidad no debe confundirse con la fluidez o consistencia, que se relacionan con el estado de la mezcla seca (dura) o dinámica (blanda), es decir, se relacionan con el grado de humedad de la mezcla. Una mezcla líquida o húmeda es más viable que una mezcla seca, pero dos mezclas de la misma consistencia no son indistintamente viables, por tanto, debe consignar el mismo grado de ductilidad.

En la trabajabilidad se indican los siguientes factores:

- El contenido de agua de la mezcla es un factor primordial que afecta la trabajabilidad del hormigón; se expresa en kg o lts por m³ de concreto.
- La ductilidad de la masilla, para una cierta cantidad de mortero y agregado, la ductilidad de la mixtura depende de la proporción de agua y cemento.
- La incorporación de aire, ya sea retenido o añadido de forma natural, prolifera la trabajabilidad de la combinación porque las burbujas actúan como cojinetes de bolas para los conjuntos, lo que les permite moverse.
- Medición precisa de partículas de agregados.
- Los agregados gruesos con secciones planas alargadas o partículas cúbicas con superficies rugosas reducen la trabajabilidad del concreto en estado fresco.
- La reducción de arena en comparación con el agregado grueso hace que la mezcla sea difícil de manipular. Sin embargo, cuando es mayor, se debe agregar un exceso de pasta o agua para que la mezcla se pueda controlar, con desgasificación o supuración.
- Ciertas condiciones climáticas y de temperatura pueden afectar la trabajabilidad de la mezcla. Ciertos medios para la producción y vertido de hormigón.

La resistencia del hormigón, como material estructural, está diseñada para tener una cierta resistencia. Mientras que la propiedad de la resistencia a la compresión es simplemente la más esencial del hormigón y comúnmente se utiliza para evaluar su calidad. No obstante, al diseñar pilares sólidos y otras losas integradas en los cimientos, el hormigón está diseñado para resistir flexiones. Se ha determinado una relación entre la resistencia a la flexión y compresión en un tipo particular de hormigón.

Los factores que perjudican la resistencia del hormigón se pueden fraccionar en dos partes. El primero se relaciona con la calidad y cuantía de los componentes del hormigón: áridos, cemento y agua; mientras que el segundo es la calidad del proceso del hormigón, nos referimos a: mezclado, transporte, vertido, compactado y curado; la resistencia está directamente asociada con este procedimiento. La calidad y cuantía de los materiales constitutivos del concreto detallaremos los siguientes:

- a) Contenido de cemento: entre sus propiedades en la combinación de hormigón genera mayor resistencia debido a que es un componente activo. Aunque todos los cementos son de buena calidad, la resistencia que aumenta con la edad varía, otros cementos proliferan su resistividad de manera rápida cuando son jóvenes. La proporción del cemento es un factor determinante en la resistencia, ya que la cuantía de cemento acrecienta la resistencia, sin embargo, la mezcla tiene un alto porcentaje de cemento reducirán su resistencia especialmente cuando tengan un volumen máximo muy grande.
- b) Agua y cemento. El parámetro más relevante que determina la resistencia del concreto es la relación a/c. Una cierta proporción de agua a cemento produce diferentes fuerzas según las características de agregado empleado y el tipo de cemento.
- c) el efecto de síntesis. La calidad del agregado es un factor que determina la resistencia del hormigón, y las propiedades del agregado que más lo afectan son:
- Tamaño máximo de árido grueso.
 - Tamaño de partícula, material bien calibrado, produce gran densidad.
 - La textura y forma del agregado afecta especialmente a la resistencia a la flexión.
 - Resistencia y dureza de las partículas de áridos.

La compresión del concreto es simplemente la propiedad mecánica más importante del hormigón; expresado como tensión en kg / cm² o lb / in² (p.s.i) 1.p.si = 0.07 kg/cm² ó en mega pascales.

$$10.197 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$10 \text{ kg/cm}^2 \approx 1 \text{ Mpa}$$

Para computar la compresión del concreto, los testigos se fabrican a partir de mezclas utilizadas en la construcción; El cilindro suele tener 0.30 m de alto y 0.15 m de diámetro (12 y 6); Están hechos en 3 capas y cada clase recibe 25 golpes de palo estándar.

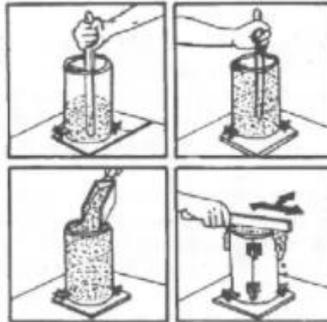


Figura 1. Toma de cilindros de concreto

Dado que es de gran importancia, más adelante hablaremos sobre los cuidados que se deben tener durante la instalación, desmontaje, disparo y prueba de cilindros. La prueba de compresión generalmente se realiza en cilindros con una vida útil de 28 días, pero se puede probar a edades tempranas, 3.7 o 14 años o más, a los 90 y 120 días.

Se precisa al peso unitario que la correlación entre el peso de una muestra compuesta formada por muchas partículas con el volumen por el cual estas partículas se integran en un depósito de volumen distinguido. Esto significa que el material dentro del contenedor está sujeto al lugar de residencia de las partículas, desistiendo la menor distancia entre ellas; la unidad de masa será mayor cuando haya más materiales en el mismo volumen, lo que por supuesto está en relación de la textura, forma y tamaño de los fragmentos.

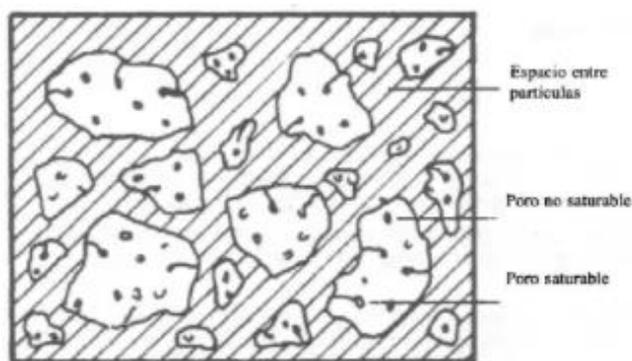


Figura 2. Esquemización del peso volumétrico

Peso unitario o presión

También conocido como el peso compactado de una sustancia fraccionada por el volumen que toma posesión. La masa de la unidad condensada se determina según NTC N ° 92. El valor de la masa de la unidad comprimida se emplea para decretar la masa volumétrica absoluta del adherido grueso en la mezcla de concreto.

Peso unitario suelto

Relación establecida en medio del peso a granel o adherido ordinario y su volumen. El peso unitario a granel es inferior a el peso unitario de presión debido a que el material a granel se apropia de un volumen superior. Al manipular materiales se debe tener en cuenta la masa unitaria a granel porque el transporte se realiza tanto en volumen como a granel, por lo que la masa de áridos transportados y acumulados es siempre mayor que la cantidad a granel. Se coloca la cantidad de materias primas. En su lugar y compacto en el trabajo.

Al diseñar la mezcla, el contenido del agregado grueso es determinado y desarrollado por ACI 211, basado en el volumen nominal máximo del adherido grueso como también el módulo de finura del adherido fino. La siguiente tabla presenta el factor b / b_0 debido a la fracción del peso seco del adherido grueso entre el peso de la unidad de compactación seca y el peso del adherido grueso aludido en kg / m^3 .

Tabla 5. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso.

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Fuente: Manual de ensayo de materiales, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2016.

A continuación, se conduce a determinar la cuantía de adherido grueso para m³ y se realiza de esta manera:

$$\text{Peso seco del A. grueso} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

Figura 3. Peso seco del agregado grueso

Los volúmenes de los agregados fino y grueso serán:

$$\text{Vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso seco del A. grueso}}{\text{Peso específico del A. grueso}}$$

$$\text{Vol. agregado fino (m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento} + \text{Vol. agregado grueso})$$

Figura 4. Volumen de agregado grueso

En consecuencia, el peso seco del agreg. fino será:

$$\text{Peso agregado fino (kg/m}^3\text{)} = (\text{Vol. del agregado fino})(\text{Peso específico del agreg. fino})$$

Figura 5. Peso seco del agregado fino

Con respecto al módulo de finura, una investigación realizada en la Universidad de Maryland ha determinado que la conjugación de materiales finos y gruesos, se encuentran en los límites establecidos por ASTM C 33, producirá concreto que puede funcionar en condiciones normales.

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$$

Figura 6. Porcentaje del volumen de agregado fino con respecto al volumen total de agregados.

Entonces los volúmenes de agregado fino y adherido grueso por metro cúbico de concreto son:

$$\text{Vol. total de agregados} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento})$$

$$Vol. agregado fino (m^3) = \frac{r_f}{100} \times (Vol. total de agregados)$$

$$Vol. agregado fino (m^3) = Vol. total de agregados - Vol. agregado grueso$$

Por tanto, las masas de los materiales en un metro cúbico de concreto son:

$$Peso agregado fino (kg/m^3) = (Vol. agregado fino)(Peso específico del A. fino)$$

$$Vol. agregado grueso (kg/m^3) = (Vol. A. grueso)(Peso específico del A. grueso)$$

El tereftalato de polietileno es un plástico usado en envases de textiles y bebidas.

Tabla 6. Datos técnicos del Polietileno Tereftalato

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

Fuente: Echevarría, 2017

Según Botero et al. (2014) el PET es empleado en la producción de ingredientes geosintéticos que pasan por el proceso de fundición, filtración, extraído hasta conseguir fibras de poliéster de aspecto suave, con firmeza a la tensión, además de poca absorción de agua con que se confeccionan geotextiles de tipo no tejido o

también geomalla de refuerzo. Asimismo, se usa como material de mejora para concreto, el PET reciclado mediante la forma de fibras.

Obtención de agregado fino, grueso y tereftalato de polietileno

Se elaborará el diseño de mezclas y la respectiva dosificación. Se iniciará con la obtención de los agregados para en conjunto con el tereftalato de polietileno (PET). Los ensayos se llevarán a cabo en el laboratorio de suelo, con el que se realizará el análisis de granulometría del agregado fino para el concreto.

En relación al tereftalato de polietileno, se obtendrá por la trituración de las botellas plásticas que serán recicladas para el propósito de la investigación mediante un molino, el residuo será utilizado para la incorporación en el diseño de mezcla de concreto.

Análisis granulométrico

Para la granulometría de la muestra se evaluará el tamaño de las partículas por tamizado, de esta manera se conocerá el tamaño de la muestra. El desarrollo se efectuará con muestras secas, el cual pasará por una serie de tamices desde la abertura más grande (2") hasta la más pequeña (malla 200), por lo que se debe tener en consideración:

- La muestra debe estar seca
- Evaluar el material
- Emplear tamices de manera descendente
- La muestra en los tamices, serán sometidos a movimientos rotatorios y vibratorios.
- Se pesará los tamices separados para obtener el peso retenido de cada una de ellas.
- La curva granulométrica se obtendrá con el porcentaje retenido de cada tamiz.

Elaboración del concreto patrón e incorporando 5% y 10% de PET

Para el diseño de concreto se utilizó 27 unidades de concreto repartidas en 3 grupos de 9 muestras para la rotura a la compresión a los 7, 14, 28 días. El empleo

de tereftalato de polietileno (PET) se utilizará en pequeños trozos con la incorporación de porcentajes de 5% y 10%. Se baten hasta obtener una mezcla homogénea dentro de la hormigonera (cabeza giratoria). Después de obtener la mezcla, viértala en una tableta con las acciones requeridas. Después de verter el hormigón en el molde, se etiquetará con una marca para saber el tipo de muestra para cada molde. Las muestras de hormigón se dejarán secar durante 7, 14 y 28 días respectivamente. Durante esta etapa, el concreto estará debidamente curado para evitar grietas causadas por reacciones químicas en el concreto.

Ensayo de resistencia a la compresión

Se empleará el ensayo en 3 secciones, para las diferentes dosificaciones y edad de rotura. Se utilizarán máquinas de laboratorio para esta prueba porque nos dan una buena precisión. Las muestras de masa se colocarán en el compresor y la fuerza aplicada aumentará gradualmente hasta la rotura. Una vez hecho esto se apuntará los datos obtenidos y pasaremos a gabinete. Se debe tener en cuenta la norma peruana E. 070 y NTP 399.613.

- Resistencia a la Compresión de la Unidad

$$f_b = \frac{P_u}{A}$$

- Resistencia Característica a la compresión

$$f'_b = f_b - S$$

En gabinete se utilizará el programa Excel que ayudará a ordenarlos datos obtenidos de los ensayos. Aquí se procesará los datos y se determinará de forma concreta la resistencia a la compresión.

Tabla 7. Datos técnicos del Polietileno Tereftalato

Tabla 6.1. Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.

RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS (f _{cr}) (kg/cm ²)*	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI

Trabajabilidad

Se humedece la muestra en el molde y se coloca sobre una superficie horizontal húmeda, plana, no absorbente y rígida. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con el molde de concreto en tres capas, cada una de ellas de 1/3 del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde aprox. a una altura de 65 milímetros; 2/3 del volumen corresponden a una altura de 155 milímetros.

Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo se debe compactar en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

Al llenar la capa superior se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical. El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto. La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen. Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la

plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

Segregación

- Durante el ensayo, la temperatura se mantiene entre 18° y 24° C.
- Inmediatamente después de apisonar la superficie de la muestra se registra el tiempo y se determina la masa del recipiente con su contenido.
- Se coloca la muestra anterior y el recipiente en una plataforma o en un piso libre de vibración, y se cubre el recipiente con un material no absorbente para prevenir la evaporación del agua exudada.
- Se mantiene la cubierta sobre la muestra durante todo el ensayo, excepto para extraer el agua. Se extrae el agua acumulada en la superficie a intervalos de 10 minutos durante los primeros 40 minutos contados a partir del alisado de la muestra, pasados los cuales se extrae el agua cada 30 minutos, hasta que cese la exudación.
- Para facilitar la recolección del agua exudada, se inclina con cuidado la muestra 2 minutos antes de cada extracción de agua poniendo un bloque de aproximadamente 50 mm (2 pulg) de grueso bajo un lado del recipiente. Luego de retirar el agua, se devuelve el recipiente a la posición original sin agitarlo.
- Después de cada recolección, se transfiere el agua a una probeta graduada de 100 mL y se registra la cantidad acumulada de agua después de cada transferencia. Cuando únicamente se desea determinar el volumen total de exudación, se puede omitir el proceso de remoción periódica y se extrae la totalidad del agua exudada en una sola operación.
- Para determinar la masa del agua exudada, se traslada el agua y los sólidos recolectados a un recipiente apropiado (Sección 4.1.6), se determina la masa y se lleva a un horno para evaporar el agua después de lo cual se determina la masa del recipiente nuevamente. La masa D del agua exudada se calcula por medio de la diferencia de pesos obtenidos.

El volumen de agua exudada por unidad de superficie se calcula como sigue:

$$V = \frac{V1}{A}$$

El agua exudada expresada como un porcentaje de la cantidad neta de agua utilizada en la mezcla, se calcula como sigue:

$$Exudacion (\%) = \frac{D}{C} \times 100$$

La cantidad de agua total en la muestra ensayada se calcula como sigue:

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = masa del agua en la muestra de ensayo (g)

M = masa total de la mezcla (kg)

W = mezcla de agua total (cantidad de agua total menos la cantidad de agua absorbida por agregados) kg

S = masa de la muestra (g)

D = masa del agua exudada en gramos, o volumen total del agua extraída de la muestra ensayada, en cm³ multiplicado por 1 g/mL.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

La metodología utilizada en la investigación es aplicada, ya que se emplea teorías que sustentan las variables. Además, este tipo de investigación, se relacionan con los resultados de estudios fundamentales, que se orientan en la resolución problemáticas de la sociedad (Ñaupas, 2018, p.98).

Enfoque de investigación

Para Hernández y Mendoza, el enfoque cuantitativo está relacionada precisamente con aspectos numéricos, que actualmente suma opciones grupales con el objetivo de conseguir posibles respuestas afirmativas (hipótesis verídicas). Así mismo, el enfoque cuantitativo refuerza la comprobación de hipótesis planteadas en el principio de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p.71).

El diseño de la investigación

Respecto al diseño, la investigación es experimental, es decir, las variables se pueden manipular. Los diseños experimentales se realizan con la intervención intencionada de las variables independientes para modificar la variable dependiente.

El nivel de la investigación

Para Hernández y Mendoza, respecto al nivel, es un nivel explicativo descriptivo, en los resultados se explican los fenómenos sucedidos, describen las características y propiedades de las variables de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018, p.70).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Tereftalato de polietileno

Definición Conceptual: El polietileno tereftalato (PET), es un material que forma parte del conjunto de polímeros, y estos se identifican por el desgarramiento y

notable resistencia a la fatiga. Cabe resaltar que tiene un adecuado uso en cuanto a humedad, grasas, ácidos, aceites y disolventes. Por otro lado, es muy requerido en variedad de industrias, a partir de la fabricación de cintas para grabar magnetofónica hasta en la elaboración de envases para líquidos (Acevedo y Posada, 2017).

Definición Operacional: Usar PET reciclado en reemplazo de adherido en el concreto prosperaría mucho en el impacto en la huella ecológica de la obtención de concreto como de la industria del PET. Sustituir cierta parte de los adheridos por PET causaría concretos con bajos efectos ambientales en su proceso de fabricación, dicho de otro modo, puede ser útil en espacios de poca presencia de agregados (Acevedo y Posada, 2017).

Variable Dependiente: Propiedades del concreto

Definición Conceptual: El concreto, considerado uno de los elementos indispensables para la construcción, y que a medida del tiempo añaden tanto propiedades químicas y mecánicas. Este último ayuda a fortalecer la resistencia del mismo modo la deformación. (Karen E. Caballero M., 2016).

Definición Operacional: La calidad de un concreto está inmersa a sus propiedades mecánicas y durabilidad. Las prop. mecánicas es la resistencia a la compresión, tracción, torsión, cortante y tenacidad, y más (Karen E. Caballero M., 2016).

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población:

La población es el conjunto de unidades de estudio con características únicas. Estas unidades pueden ser objetos, personas y otros (Ñaupas et al., 2018, p.334). Por lo tanto, la población será las probetas de concreto con la adición de tereftalato de polietileno.

Muestra:

La muestra es la delimitación apropiadamente de la población (Arias González, 2021), para la investigación la muestra será las probetas de concreto, que para el proyecto se evaluará 27 unidades, para que próximamente será analizado la compresión del concreto, propiedad mecánica.

Se realizará muestras no probabilísticas, para Hernández y Mendoza (2018) las muestras no probabilísticas, las selecciones no dependen de la probabilidad, más si de los criterios relacionados con el contexto y características del estudio (p. 200).

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

La investigación utilizará la técnica observativa, aquella relación entre el fenómeno investigado y el investigador a través de instrumentos observativas (Ñaupas, 2018).

Instrumentos de recolección de datos:

En relación a los instrumentos, se utilizará las fichas de observación para evaluar las probetas de concreto y las hojas de Microsoft Excel para realizar el diseño de mezcla correspondiente a la investigación con la dosificación adecuada para las diferentes edades; ello permitirá anotaciones en el desarrollo de la investigación, así mismo se tomará en cuenta las normas para los diferentes ensayos de elementos para el concreto.

La “ficha de observación: admite al científico que registre los escenarios que éste observa en el momento de estudio” (Arias, 2021, p.93).

Validez

Expresión verídica de una variable en relación a su medición. La recolección de data será mediante fichas, donde debe tener en cuenta la forma de la elección de unidades (Hernández y Mendoza, 2018).

3.5. Procedimiento

Se evaluará las propiedades del concreto con la incorporación de tereftalato de polietileno, el cual se busca mejorar las condiciones del mismo, analizando las características físicas y mecánicas que trae consigo ello. Las probetas de concreto, se harán para diferentes edades, para 7 días, 14 días y 28 días, así analizar la resistencia que alcanza con cada dosificación empleada con PET, y después roturarla con ayuda de la compresora en laboratorio.

Método de análisis de datos

Con el análisis matemático se realizará un adecuado diseño de mezcla, los resultados serán presentados mediante tablas y/o cuadros con información significativa de las evaluaciones.

3.6. Aspectos éticos

Hernández y Mendoza (2018) estudia el aspecto moral. El encargado de la investigación es idóneo para la responsabilidad autentica de los resultados sin modificar datos para que posteriormente sea calculada y evaluada, por lo cual se tiene en cuenta la guía y presencia de un ingeniero civil calificado para supervisar la investigación (Hernández y Mendoza, 2018). Así mismo, se evaluará con respecto al grado de plagio de los antecedentes mencionados en toda la investigación.

IV. RESULTADOS

Con el fin de obtener un resultado que cumpla con las garantías de la investigación, se tuvo apoyo del laboratorio para la rotura de briquetas del Para desarrollar la dosificación, con el fin de producir concreto armado incorporando tereftalato de polietileno, se debe tener en cuenta el estudio de los agregados, los cuales son llevados al laboratorio para determinar las propiedades mediante los ensayos necesarios y relevantes.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se utilizó la máquina de ensayo uniaxial (Instrumento de medición – Prensa hidráulica para rotura de concreto) marca YUFENG, Modelo STYE - 2000, Serie 110910, Capacidad 2000 KN, el cual está certificado de calibración N° 018 - 2022 GLF.

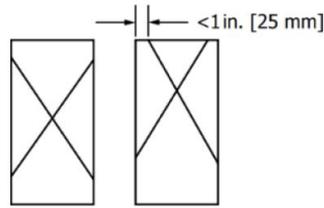
- Resistencia a la compresión sin la incorporación de tereftalato de polietileno a los 7 días

Tabla 8. Resistencia a los 7 días con 0% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	7	14,326.79	182.41	210.00	DM-0-PET
02	7	15,042.61	191.53	210.00	DM-0-PET
02	7	13,885.25	176.79	210.00	DM-0-PET

Elaboración propia

Existe una resistencia a la compresión promedio de 183.58 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 1

Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1" (25 mm)

- Resistencia a la compresión con la incorporación de 5% tereftalato de polietileno a los 7 días

Tabla 9. Resistencia a los 7 días con 5% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	7	15,162.94	193.06	210.00	DM-5%-PET
02	7	15,803.31	201.21	210.00	DM-5%-PET
02	7	16,034.78	204.16	210.00	DM-5%-PET

Elaboración propia

Existe una resistencia a la compresión promedio de 199.48kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 3

Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

- Resistencia a la compresión con la incorporación de 10% tereftalato de polietileno a los 7 días

Tabla 10. Resistencia a los 7 días con 10% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	7	13628.29	173.52	210.00	DM-10%-PET
02	7	13598.72	173.14	210.00	DM-10%-PET

02	7	14350.24	182.71	210.00	DM-10%-PET
----	---	----------	--------	--------	------------

Elaboración propia

Existe una resistencia a la compresión promedio de 133.19 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 3

Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

- Resistencia a la compresión sin la incorporación de tereftalato de polietileno a los 14 días

Tabla 11. Resistencia a los 14 días con 0% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	14	16,426.35	209.15	210.00	DM-0-PET
02	14	16,691.47	212.52	210.00	DM-0-PET
02	14	16,985.14	216.26	210.00	DM-0-PET

Elaboración propia

Existe una resistencia a la compresión promedio de 212.64 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 3

Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

- Resistencia a la compresión con la incorporación de 5% tereftalato de polietileno a los 14 días

Tabla 12. Resistencia a los 14 días con 5% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	14	18502.46	235.58	210.00	DM-5%-PET
02	14	18747.18	238.70	210.00	DM-5%-PET
02	14	19250.92	245.11	210.00	DM-5%-PET

Existe una resistencia a la compresión promedio de 239.80 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



- Resistencia a la compresión con la incorporación de 10% tereftalato de polietileno a los 14 días

Tabla 13. Resistencia a los 14 días con 10% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	14	16357.01	208.26	210.00	DM-10%-PET
02	14	16405.95	208.89	210.00	DM-10%-PET
02	14	16088.83	204.85	210.00	DM-10%-PET

Elaboración propia

Existe una resistencia a la compresión promedio de 207.33 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 3

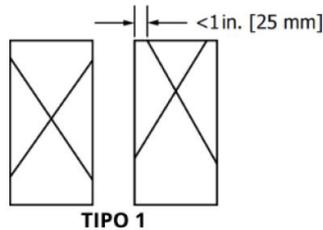
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados

- Resistencia a la compresión sin la incorporación de tereftalato de polietileno a los 28 días

Tabla 14. Resistencia a los 28 días con 0% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	28	16960.67	215.95	210.00	DM-0%-PET
02	28	17913.07	228.08	210.00	DM-0%-PET
03	28	17818.24	226.87	210.00	DM-0%-PET

Existe una resistencia a la compresión promedio de 223.63 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 1

Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1" (25 mm)

- Resistencia a la compresión con la incorporación de 5% de tereftalato de polietileno a los 28 días

Tabla 15. Resistencia a los 28 días con 5% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	28	18517.75	235.78	210.00	DM-5%-PET
02	28	19487.49	248.12	210.00	DM-5%-PET
03	28	19336.57	246.20	210.00	DM-5%-PET

Elaboración propia

Existe una resistencia a la compresión promedio de 243.37 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 3

Fisuras verticales encolumnadas
a través de ambos extremos,
conos no bien formados

- Resistencia a la compresión con la incorporación de 10% de tereftalato de polietileno a los 28 días

Tabla 16. Resistencia a los 28 días con 10% de PET

N°	Edad (días)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c específico (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN
01	28	17163.59	218.53	210.00	DM-10%-PET
02	28	17550.06	223.45	210.00	DM-10%-PET
03	28	17447.07	222.14	210.00	DM-10%-PET

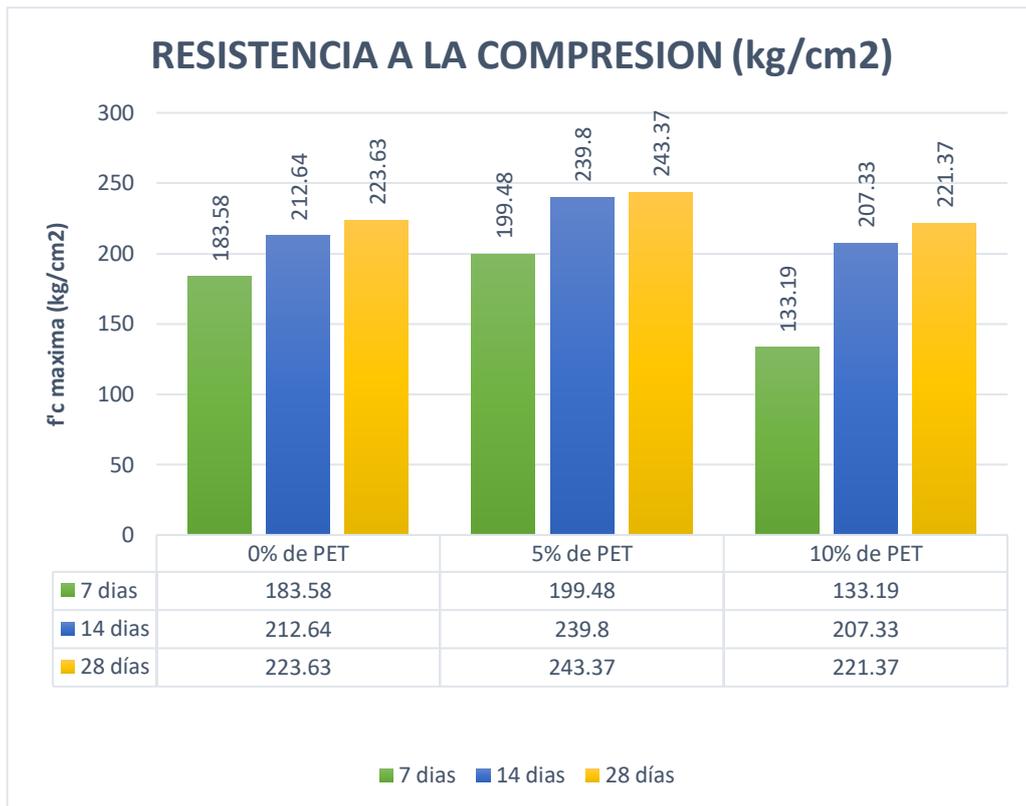
Elaboración propia

Existe una resistencia a la compresión promedio de 221.37 kg/cm² y el tipo de falla genera es la siguiente:



TIPO 3

Fisuras verticales encolumnadas
a través de ambos extremos,
conos no bien formados



CONCLUSIÓN: La resistencia a la compresión es óptima con la incorporación de tereftalato de polietileno del 5% llegando a 243.37 kg/cm², es decir, el PET mejora la propiedad mecánica de resistencia a la compresión.

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

En cuanto al asentamiento, se debe tener en cuenta que para concretos que muestran asentamiento menor a 1/2" son no plásticos en algunos casos, además, asentamientos superiores a 9" pueden ser no cohesivos. En el siguiente cuadro se muestra los asentamientos del concreto con cada dosificación de tereftalato de polietileno:

Tabla 17. Asentamiento del concreto

Dosificación	SLUMP	Temperatura
DM-0%-PET	6 ½"	29.20°
DM-5%-PET	4 ¾"	28.70°
DM-10%-PET	2 ½"	27.20°

Elaboración propia

CONCLUSIÓN: En la tabla anterior, se puede apreciar que mientras aumenta el porcentaje de tereftalato de polietileno, disminuye el asentamiento (slump) como así mismo, la temperatura del concreto en estado fresco, todas en las mismas condiciones. Es decir, una buena trabajabilidad se obtiene con la incorporación del 5% de tereftalato de polietileno.

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

La exudación incrementa proporcionalmente al aumento de la relación agua/cemento. Es decir, a mayor relación de agua y cemento, aumenta la cantidad de agua en la mezcla del concreto.

Tabla 18. Exudacion con 0% de PET

Tiempo (min)	Volumen (cm3)
0	0.00
10	1.43
20	3.55
30	3.29
40	3.83
70	1.10
100	0.07
130	0.00
160	0.00
TOTAL	13.27

Elaboración propia

En la siguiente tabla, se muestra un total de 13.27 cm³ como volumen de exudación, es decir, contiene 1.22% de exudación, esto sin la incorporación de tereftalato de polietileno.

Tabla 19. Exudacion con 5% de PET

Tiempo (min)	Volumen (cm3)
0	0.00
10	0.11

20	2.40
30	2.27
40	2.21
70	2.40
100	0.17
130	0.00
160	0.00
TOTAL	9.56

Elaboración propia

En la siguiente tabla, se muestra un total de 9.56 cm³ como volumen de exudación, es decir, contiene 0.84% de exudación, esto con la incorporación de 5% de tereftalato de polietileno.

Tabla 20. Exudacion con 10% de PET

Tiempo (min)	Volumen (cm ³)
0	0.00
10	0.07
20	0.79
30	3.14
40	2.83
70	0.63
100	0.03
130	0.00
160	0.00
TOTAL	7.49

Elaboración propia

En la siguiente tabla, se muestra un total de 7.49 cm³ como volumen de exudación, es decir, contiene 0.84% de exudación, esto con la incorporación de 10% de tereftalato de polietileno.

Tabla 21. Volumen y porcentaje de exudación

Dosificación	Volumen de Exudación (cm³)	Exudación (%)
DM-0%-PET	13.27	1.22
DM-5%-PET	9.56	0.84
DM-10%-PET	7.49	0.69

Elaboración propia

CONCLUSIÓN: En cuanto más incorporación de tereftalato de polietileno, la exudación se reduce. En cuanto a ello, el 5% de PET conduce a una exudación adecuada para el concreto en estado fresco.

V. DISCUSIÓN

Coincide con Léctor y Villarreal (2017) en el diseño de concreto tradicional agregando residuos de PET triturados, así mismo, la metodología es de enfoque cualitativo y carácter experimental, la cantidad de muestras son diferentes, mientras que los autores tomaron 4 testigos, la investigación toma 12 testigos. Como resultado, la densidad del concreto disminuye con la incorporación de PET, pero aumenta el contenido de aire, por lo que puede causar alguna falla. Ambas investigaciones concluyen que adicionar PET en el diseño de concreto aumenta algunas propiedades mecánicas, pero disminuye la ventaja de algunas características físicas.

Con Chávez (2018) coincide con el propósito de evaluar la adición de tereftalato de polietileno en diferentes aplicaciones constructivas. El autor aplica una metodología cualitativa con diseño experimental para 8 muestras (probetas), mientras que la presente investigación tuvo base para 12 pruebas (3, patrón y 3 para cada dosificación). De acuerdo a la conclusión del autor, la incorporación de tereftalato de polietileno, considerando la relación agua/cemento, se puede emplear en estructuras con resistencia compresiva de $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$; la presente investigación muestra que añadir PET al concreto, esta mejora alguna de las propiedades mecánicas.

Con Reyes (2018) coincide al utilizar tereftalato de polietileno en el concreto, así mismo, emplean una metodología cuantitativa con diseño experimental utilizando el plástico como aditivo para mejorar las propiedades del concreto. Ambas investigaciones difieren en las condiciones del concreto al incorporar PET, mientras que autor menciona que aumentar la dosificación al concreto, éste no tiene un buen comportamiento mecánico, la presente investigación concluye que añadir un adecuado porcentaje de plástico mejora las propiedades del concreto.

Así mismo, con Pinedo (2019) concuerdan en el objetivo de determinar si para el concreto con la incorporación de PET mejorará la resistencia a la compresión. Las investigaciones realizan una metodología cuantitativa con diseño experimental, pero la diferencia es la cantidad de muestras tomadas, el autor solo 3, mientras que el presente estudio se tomó 12 muestras para cada edad. Finalmente concuerdan, que añadir tereftalato de polietileno al concreto, mejora las propiedades más aún

las mecánicas, así también reduce la contaminación ambiental utilizando residuos inorgánicos.

Con Zúñiga (2017) concuerda en el aspecto técnico y ambiental, el propósito de las investigaciones fueron aprovechar el tereftalato de polietileno (PET) reciclado como aditivo para el mejoramiento de las propiedades del concreto, así mismo, disminuir el impacto ambiental. Las metodologías empleadas coinciden, ya que fueron de enfoque cuantitativo y diseño experimental. Los resultados muestran que mejora el rendimiento del concreto añadido el PET reciclado en comparación con la muestra norma, tanto en la resistencia a la compresión; por lo tanto, emplear PET reciclado en mezclas de hormigón/concreto mejora las propiedades mecánicas.

Con Carreño (2020) coinciden en la metodología empleada, debido que se emplea un enfoque cuantitativo y la población comprendida por ensayos de morteros y hormigones. Finalmente concuerdan que emplear tereftalato de polietileno en concreto, mejora las propiedades del mismo, sin embargo, se debe considerar la relación agua y cemento para los diseños de mezcla.

VI. CONCLUSIONES

- La resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de tereftalato de polietileno aumenta a comparación de un concreto tradicional, mientras que el concreto normal tiene fue 223.63 kg/cm² a los 28 días, el concreto con adición de PET a los 5% y 10% de PET fue 243.37 kg/cm² y 221.37 kg/cm², respectivamente, al 5% de adición de PET la resistencia a la compresión se aumentó 15% con respecto al Concreto Patrón y al 10% de PET, 5%.
- Las probetas de concreto con adición de 5% y 10% de tereftalato de polietileno no presentan una variación relevante en peso con respecto a la muestra tradicional (probeta patrón).
- Con la incorporación del tereftalato de polietileno, la mezcla de concreto mejora la trabajabilidad, sin embargo, la muestra normal se tuvo un asentamiento de 6 1/2" y la muestras con las dosificaciones de 5% y 10% de PET se obtuvo 4 3/4" y 2 1/2" respectivamente, mientras más residuo inorgánico, el SLUMP (asentamiento) disminuye.
- Con la adición de tereftalato de polietileno, mejora las propiedades del concreto para elementos no estructurales, así mismo, con el uso del residuo inorgánico, disminuye el impacto ambiental.
- Se concluye que la dosificación es inversamente proporcional a la exudación, es decir, mientras aumenta la dosificación, disminuye la exudación.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar diferentes dosificaciones para emplear en diseño de mezcla de concreto, para mejorar la trabajabilidad y más aún, las propiedades mecánicas del concreto.
- Se recomienda determinar las propiedades térmicas e índices de porosidad con el propósito de utilizarlos para usos hacia el concreto.
- Realizar otras investigaciones con respecto a residuos inorgánicos, empleados en concreto y realizar un análisis comparativo de que elementos se puedan utilizar para proyecto de ingeniería.
- Así mismo, se recomienda realizar estudios del tereftalato de polietileno incorporando a otras líneas de investigación como carreteras, en la sección de subrasante y más.

REFERENCIAS

- **Alvarez, María Laura Coenish. 1997.** El plástico y sus usos. El ABC de los plásticos. s.l. : Universidad Iberoamericana, 1997.
- **Arias Gonzáles, José Luis. 2021.** Diseño y Metodología de la Investigación. Lima : Enfoques Consulting EIRL, 2021.
- **Carreño Cornejo, Francisca Valentina. 2020.** Análisis técnico-económico del uso de PET reciclado. Santiago de Chile-Chile : s.n., 2020.
- Comportamiento mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas. **Botero Jaramillo, Eduardo; Liliana Muñoz, Alexandra Ossa, Miguel P. Romo. 2014.** Coyoacán : s.n., 2014.
- **Gutierrez de López, Libia. 2003.** El concreto y otros materiales para la construcción. 2003.
- **Hernandez Sampieri, Roberto y Mendoza Torres, Christian Paulina. 2018.** Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.
- **Laura Huanca, Samuel. 2006.** Diseño de mezclas de concreto. Puno : s.n., 2006.
- **Léctor Laffite, Michael Anthony y Villarreal Barragan, Edson Jesus. 2017.** Utilizacion de materiales plasticos de reciclaje como adicionen la elaboracion de concretoen la ciudad de Nuevo Chimbote. Nuevo Chimbote-Perú : s.n., 2017.
- **Mas Chávez, Stéfany Koralí. 2018.** Aplicacion de concreto incorporando tereftalato de polietileno. Chachapoyas-Perú : s.n., 2018.
- **Ñaupas Paitán, Humberto, y otros. 2018.** Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogota : s.n., 2018.
- **Pinedo Perez, Jean Richard. 2019.** 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. Tarapoto-Perú : s.n., 2019.
- **Reyes Montoya, Ingrid Milagritos. 2018.** 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). Lima : s.n., 2018. Pregrado.

- **Reyes Montoya, Ingrid Milagritos. 2018.** 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). Lima-Perú : s.n., 2018.
- **Sanabria Rojas, Madelein Natalia. 2020.** Evaluación de las propiedades físico - mecánicas del concreto convencional reemplazando agregado grueso con polietileno de tereftalato en distintas proporciones. Villavicencio : s.n., 2020. Pregrado.
- **Teodoro E. Harmsen. 2002.** Diseño de estructuras de concreto armado. Lima : s.n., 2002.
- **Zuñiga Días, Andres Felipe. 2017.** Evaluación del tereftarato de polietileno (PET) como agregado en la elaboración de mortero para ladrillos y concreto. Bogota-Colombia : s.n., 2017.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: Propiedades físicas y mecánicas del concreto F'c= 210kg/cm2 con adición de Tereftalato de polietileno triturado para viviendas, Ica - 2021.							
Título: David Valdivieso							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Actualmente en Ica, la industria de la construcción se ha visto obligada en mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, empleando elementos alternativos como aditivos y otros, pero la mayoría de estos son orgánicos y no se encuentran en grandes cantidades, por ello existe investigaciones que están empleando materiales inorgánicos que mejoren las características del concreto que cumplen con las normativas básicas de calidad. Uno de estos elementos es el tereftalato de polietileno, por lo cual se plantea el siguiente problema ¿Qué elementos inorgánicos disponibles existen en la ciudad de Ica como alternativa para mejorar las propiedades del concreto de f'c=210 kg/cm2?	Utilizar productos que se encuentran en abundancia para modificar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2.	Uno de los elementos inorgánicos que mejoraría las propiedades del concreto es el tereftalato de polietileno .	VARIABLE DEPENDIENTE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO	Resistencia a la compresión	Probetas cilíndricas cilíndricas (MTC E 704)	Máquina de Ensayo (Calibrada ASTM E-4)	Enfoque Cuantitativa
				Trabajabilidad	Slump	MTC E 705 "Asentamiento del concreto"	Tipo Aplicación
				Exudación	Segregación	MTC E 713	Diseño Experimentación
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE INDEPENDIENTE	Dosificación		Diseño ACI 211	Nivel
A partir del uso de aditivos inorgánicos en el concreto se podría indicar que aportan en mayor proporción en	Mejorar la resistencia del	La incorporación					

<p>comparacion al uso de aditivos organicos. ¿De qué manera afecta la adición de tereftalato de polietileno triturado en la resistencia del concreto f'c=210 kg/cm2?</p>	<p>concreto f'c=210 kg/cm2 con la incorporacion de tereftelato de polietileno triturado.</p>	<p>del tereftalato de polietileno triturado mejoraría la resistencia a la compresion del concreto f'c=210 kg/cm2.</p>	<p>TEREFTALATO DE POLIETILENO</p>		<p>Adición con 5% y 10% de PET</p>		<p>Descriptivo-Ex Población La población s probetas de c</p>
<p>Al incorporar algunos aditivos al concreto se hace dificultoso la manipulacion ¿De que forma contribuye emplear tereftalato de polietileno triturado en la trabajabilidad en el diseño de mezcla para concreto f'c=210 kg/cm2?</p>	<p>Contribuir en la trabajabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2 con la incorporacion del tereftalato del polietileno triturado.</p>	<p>Mejoraría la trabajabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2 al añadir el tereftalato de polietileno triturado en el diseño de mezcla.</p>		<p>Tamizado</p>	<p>Granulometría</p>	<p>Tamices</p>	<p>Muestra La muestr concreto se probetas de c los cuales s utilizadas p resistencia compres</p>
<p>Al añadir algunos aditivos al concreto, más aún con la incorporacion excesiva de agua, genera una propiedad denominada exudación. En la investigación se busca dismuir este</p>	<p>Determinar el beneficio que genera el tereftalato de polietileno triturado en la dismucion de la</p>	<p>La exudación del concreto en estado fresco es una propiedad intrinseca del mismo, pero con la aidcion del</p>	<p>Propiedades tecnicas del PET</p>	<p>Resistencia</p>	<p>Fichas de observación</p>		
				<p>Dureza</p>	<p>Fichas de observación</p>		

<p>aspecto. ¿Cuál es el beneficio de emplear tereftalato de polietileno triturado en el diseño de mezcla del concreto $f'c=210$ kg/cm² en relación a la exudación en estado fresco?</p>	<p>exudación del concreto en estado fresco.</p>	<p>tereftalato de polietileno triturado reduciría el exceso del líquido.</p>			<p>Rigidez</p>	<p>Fichas de observación</p>	
--	---	--	--	--	----------------	------------------------------	--

Anexo 02: Matriz operacional

Título: Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c= 210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de tereftalato de polietileno triturado para viviendas, Ica – 2021.					
Autor: David Valdivieso					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
PROPIEDADES DEL CONCRETO	El concreto es uno de los materiales que más se utiliza en la industria de la construcción, por ende, cada vez son más los estudios que se le realizan para mejorar sus propiedades tanto químicas como mecánicas. Éste último se diferencia en que, al agregar adiciones a la masa del concreto, podemos mejorar tanto la capacidad resistente como de deformación. (Karen E. Caballero M., 2016).	La calidad de un concreto se define por sus propiedades mecánicas y por su durabilidad. Las propiedades mecánicas es la resistencia a la tracción, resistencia a compresión, tenacidad, resistencia a cortante y torsión, módulo de elasticidad y adherencia fibra matriz. (Karen E. Caballero M., 2016).	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	De razón
			Propiedades físicas	Asentamiento	De razón
				Exudación	De razón
				Absorción	De razón
TEREFTALATO DE POLIETILENO	El polietileno tereftalato (PET), material que pertenece al grupo de los polímeros, se caracteriza principalmente por tener una gran tenacidad y excelente resistencia a la fatiga y al desgarramiento. Adicionalmente, tiene un excelente comportamiento ante presencia de	Usar PET reciclado como sustitución del agregado en el concreto mejoraría tanto el impacto en la huella ecológica de la producción de concreto como de la industria del PET. Reemplazar parte de los agregados por PET produciría	Porcentajes de adición de tereftalato de polietileno (dosificación).	Dosificación con 5% de PET	De razón

	<p>humedad, ácidos, grasas, aceites y disolventes. Gracias a sus propiedades es ampliamente utilizado en diversas industrias, desde la fabricación de cintas para grabación magnetofónica hasta para la fabricación de envases para bebidas (Acevedo y Posada, 2017).</p>	<p>concretos con un menor impacto ambiental en su proceso de fabricación, o de otra manera podría ser una metodología muy útil en lugares donde exista poca disponibilidad de agregados (Acevedo y Posada, 2017).</p>		<p>Dosificación con 10% de PET</p>	<p>De razón</p>
--	---	---	--	------------------------------------	-----------------

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS
NTP 339.034 - ASTM C 39 - MTC E 704**

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.
PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA
FECHA: 24 de enero de 2022

1. DEL EQUIPO: Máquina de ensayo uniaxial (Instrumento de medición - Prensa hidráulica para rotura de concreto)
 Marca YUFENG, Modelo STYE - 2000, Serie 110910, Capacidad 2000 KN
 Certificado de calibración N° 018 - 2022 GLF

2. RESULTADOS:

N°	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diaméto (cm)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c especif. (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FALLA
01	17-01-22	24-01-22	7	10	15,162.94	193.06	210.00	DM-5%-PET	3
02	17-01-22	24-01-22	7	10	15,803.31	201.21	210.00	DM-5%-PET	3
03	17-01-22	24-01-22	7	10	16,034.78	204.16	210.00	DM-5%-PET	3

ESQUEMA DE LOS MODELOS DE FRACTURA TÍPICOS



3. OBSERVACIONES:

- La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

4. NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

📍 Prolongación Av. Matías Manzanilla N° 905, Ica
 ✉ epicret.peru@gmail.com
 ☎ +51 946 971 128



En Proyectos
 De Ingeniería y Concreto .E.I.R.L
 Angel Rosal Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL CIP 53304
 EPICRET



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS
NTP 339.034 - ASTM C 39 - MTC E 704**

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f_c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.
PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA
FECHA: 25 de enero de 2022

1. DEL EQUIPO: Máquina de ensayo uniaxial (Instrumento de medición - Prensa hidráulica para rotura de concreto)
 Marca YUFENG, Modelo STYE - 2000, Serie 110910, Capacidad 2000 KN
 Certificado de calibración N° 018 - 2022 GLF

2. RESULTADOS:

N°	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diamétero (cm)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c especif. (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FALLA
01	18-01-22	25-01-22	7	10	13,628.29	173.52	210.00	DM-10%-PET	2
02	18-01-22	25-01-22	7	10	13,598.72	173.14	210.00	DM-10%-PET	3
03	18-01-22	25-01-22	7	10	14,350.24	182.71	210.00	DM-10%-PET	3



3. OBSERVACIONES:

- La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

4. NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

Prolongación Av. Matías Manzanilla N° 905, Ica
 epicret.peru@gmail.com
 +51 946 971128



Especialistas En Proyectos
 De Ingeniería En Concreto .E.I.R.L.
 Angel Rosan Juanca Borda
 MSC. ING. CIVIL CIP 53304
 EPICRET / [Facebook] [Instagram] [LinkedIn] [YouTube]

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS
NTP 339.034 - ASTM C 39 - MTC E 704**

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ

PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'_{c}=210\text{Kg/cm}2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.

PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA

FECHA: 31 de enero de 2022

1. DEL EQUIPO: Máquina de ensayo uniaxial (Instrumento de medición - Prensa hidráulica para rotura de concreto)
Marca YUFENG, Modelo STYE - 2000, Serie 110910, Capacidad 2000 KN
Certificado de calibración N° 018 - 2022 GLF

2. RESULTADOS:

N°	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diamétero (cm)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c especif. (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FALLA
01	17-01-22	31-01-22	14	10	16,426.35	209.15	210.00	DM-0-PET	3
02	17-01-22	31-01-22	14	10	16,691.47	212.52	210.00	DM-0-PET	3
03	17-01-22	31-01-22	14	10	16,985.14	216.26	210.00	DM-0-PET	2

ESQUEMA DE LOS MODELOS DE FRACTURA TÍPICOS



3. OBSERVACIONES:

- La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

4. NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS
NTP 339.034 - ASTM C 39 - MTC E 704**

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.
PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA
FECHA: 31 de enero de 2022

1. DEL EQUIPO: Máquina de ensayo uniaxial (Instrumento de medición - Prensa hidráulica para rotura de concreto)
 Marca YUFENG, Modelo STYE - 2000, Serie 110910, Capacidad 2000 KN
 Certificado de calibración N° 018 - 2022 GLF

2. RESULTADOS:

N°	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diamétero (cm)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c especif. (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FALLA
01	17-01-22	31-01-22	14	10	18,502.46	235.58	210.00	DM-5%-PET	2
02	17-01-22	31-01-22	14	10	18,747.18	238.70	210.00	DM-5%-PET	3
03	17-01-22	31-01-22	14	10	19,250.92	245.11	210.00	DM-5%-PET	5

ESQUEMA DE LOS MODELOS DE FRACTURA TÍPICOS



3. OBSERVACIONES:

- La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

4. NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS
NTP 339.034 - ASTM C 39 - MTC E 704

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'_{c}=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.
PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA
FECHA: 15 de febrero de 2022

1. DEL EQUIPO: Máquina de ensayo uniaxial (Instrumento de medición - Prensa hidráulica para rotura de concreto)
 Marca YUFENG, Modelo STYE - 2000, Serie 110910, Capacidad 2000 KN
 Certificado de calibración N° 018 - 2022 GLF

2. RESULTADOS:

N°	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diamétero (cm)	Carga máxima (Kg)	F'c máxima (Kg/cm ²)	F'c especific. (Kg/cm ²)	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FALLA
01	18-01-22	15-02-22	28	10	17,163.59	218.53	210.00	DM-10%-PET	3
02	18-01-22	15-02-22	28	10	17,550.06	223.45	210.00	DM-10%-PET	3
03	18-01-22	15-02-22	28	10	17,447.07	222.14	210.00	DM-10%-PET	3

ESQUEMA DE LOS MODELOS DE FRACTURA TÍPICOS



3. OBSERVACIONES:

- La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

4. NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.



VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

SOLICITANTE(S): DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ

PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.

PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA

FECHA: ENERO DEL 2022

DATOS DEL DISEÑO	
FECHA DE ENSAYO	17/01/2022
CÓDIGO DE DISEÑO	DM-0-PET
RESISTENCIA ($f'c$)	210 Kg/cm ²

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	
SLUMP (pulg.)	6 1/2 "
TEMPERATURA (°c)	29.20



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L.
Angel Rosan Juanca Borda
MSC. ING. CIVIL CIP 53304

VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

SOLICITANTE(S): DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ

PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.

PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA

FECHA: ENERO DEL 2022

DATOS DEL DISEÑO	
FECHA DE ENSAYO	17/01/2022
CÓDIGO DE DISEÑO	DM-5%-PET
RESISTENCIA ($f'c$)	210 Kg/cm ²

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	
SLUMP (pulg.)	4 3/4 "
TEMPERATURA ($^{\circ}\text{c}$)	28.70



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L
Angel Rosan Huanca Borda
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304



VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

SOLICITANTE(S): DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ

PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.

PROCEDENCIA: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA

FECHA: ENERO DEL 2022

DATOS DEL DISEÑO	
FECHA DE ENSAYO	18/01/2022
CÓDIGO DE DISEÑO	DM-10%-PET
RESISTENCIA ($f'c$)	210 Kg/cm ²

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	
SLUMP (pulg.)	2 1/2 "
TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}$)	27.20



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L
Angel Rosal Bianca Borda
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

Prolongación Av. Matías Manzanilla N° 905, Ica
epicret.peru@gmail.com
+51 946 971128

EPICRET /

**ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO
NTP 339.077 - MTC E713 - ASTM C232**

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.
UBICACION: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA
FECHA: ENERO DEL 2022
DISEÑO DE MEZCLA: DM-0-PET

TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	VOLUMEN DE EXUDACIÓN (cm ³)
0	0.00
10	1.43
20	3.55
30	3.29
40	3.83
70	1.10
100	0.07
130	0.00
160	0.00
	13.27

DATOS DEL RECIPIENTE	
Diámetro (cm)	15.14
Altura (cm)	27.46
Volumen (cm ³)	4943.59

DATOS DE LA TANDA	
Peso total en la tanda (g)	71360.00
Volumen de agua en la tanda (cm ³)	6870.00

DATO DEL CONCRETO	
Peso unitario del concreto (g/cm ³)	2.28

EXUDACIÓN (%)	1.22
----------------------	-------------



Especialistas En Proyectos
 De Ingeniería y Concreto .E.I.R.L.
 Angel Rosan Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO
NTP 339.077 - MTC E713 - ASTM C232

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.
UBICACION: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA
FECHA: ENERO DEL 2022
DISEÑO DE MEZCLA: DM-5%-PET

TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	VOLUMEN DE EXUDACIÓN (cm ³)
0	0.00
10	0.11
20	2.40
30	2.27
40	2.21
70	2.40
100	0.17
130	0.00
160	0.00
	9.56

DATOS DEL RECIPIENTE	
Diámetro (cm)	15.46
Altura (cm)	27.66
Volumen (cm ³)	5192.32

DATOS DE LA TANDA	
Peso total en la tanda (g)	70884.00
Volumen de agua en la tanda (cm ³)	6866.00

DATO DEL CONCRETO	
Peso unitario del concreto (g/cm ³)	2.27

EXUDACIÓN (%)	0.84
---------------	------



Especialistas En Proyectos
 De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L.
 Angel Rosan Puanca Borda
 MSC. ING. CIVIL CIP 53304

**ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO
NTP 339.077 - MTC E713 - ASTM C232**

SOLICITANTE: DAVID HAROLD VALDIVIESO GUTIERREZ
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO TRITURADO PARA VIVIENDAS, ICA - 2021.
UBICACION: DTTO. ICA - PROV. ICA - DEP. ICA
FECHA: ENERO DEL 2022
DISEÑO DE MEZCLA: DM-10%-PET

TIEMPO ABSOLUTO ACUMULADO (min)	VOLUMEN DE EXUDACIÓN (cm ³)
0	0.00
10	0.07
20	0.79
30	3.14
40	2.83
70	0.63
100	0.03
130	0.00
160	0.00
	7.49

DATOS DEL RECIPIENTE	
Diámetro (cm)	15.24
Altura (cm)	26.96
Volumen (cm ³)	4917.90

DATOS DE LA TANDA	
Peso total en la tanda (g)	70408.00
Volumen de agua en la tanda (cm ³)	6864.00

DATO DEL CONCRETO	
Peso unitario del concreto (g/cm ³)	2.25

EXUDACIÓN (%)	0.69
----------------------	-------------



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L

 Angel Rosan Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL CIP 53304

Anexos 04: Fotografías

Preparación de probetas



Características de las probetas



Ensayo de compresion de probetas

