

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
ESCUELA DE POSGRADO
Programa de Doctorado en Ingeniería Civil



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

**Efecto de la adición de fibras de tereftalato de polietileno
recicladas en la resistencia del concreto $F'_{C} = 210$
Kg/Cm², para emplearse en losas aligeradas**

**Tesis para optar el grado de Doctor en
Ingeniería Civil**

Autora:

Mg. Poma González, Carla Griselle
Código ORCID: 0009-0009-0867-8055

Asesor:

Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio
DNI. N° 31672306
Código ORCID: 0000-0003-1405-7588

Línea de Investigación:

Industrialización de la construcción

Nuevo Chimbote - PERÚ
2026



CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Yo, **Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio**, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la tesis titulada: **Efecto de la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia del concreto $F'_{C} = 210 \text{ Kg/Cm}^2$, para emplearse en losas aligeradas**, elaborado por la: **Mg. Poma González, Carla Griselle**, para obtener el grado de **Doctor en Ingeniería Civil**, en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, octubre del 2025

Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio

Asesor

DNI. N° 31672306

Código ORCID: 0000-0003-1405-7588

AVAL DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Tesis titulada: **Efecto de la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia del concreto $F'_{C} = 210 \text{ Kg/Cm}^2$, para emplearse en losas aligeradas,**
elaborado por la: **Mg. Poma González, Carla Griselle,**


Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador:



Dr. López Carranza, Atilio Rubén
Presidente
DNI: 32965940
Código ORCID: 0000-0002-3631-2001



Dra. Fernández Mantilla, Jenisse del Rocio
Secretario
DNI: 33264434
Código ORCID 0000-0003-3336-4786



Dr. Aparicio Roque, Fidel Gregorio,
Vocal/Asesor
DNI. N° 31672306
Código ORCID: 0000-0003-1405-7588



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Al primer día del mes de octubre del año 2025, siendo las 09:00 horas, en el aula P-01 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados mediante Resolución Directoral N° 167-2025-EPG-UNS de fecha 19.02.2025, conformado por los docentes: Dr. Atilio Rubén López Carranza (Presidente), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Secretaria) y Dr. Fidel Gregorio Aparicio Roque (Vocal); con la finalidad de evaluar la tesis titulada: **"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$, PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS"**; presentado por la tesista **Carla Griselle Poma Gonzalez** egresada del programa de Doctorado en Ingeniería Civil.

Sustentación autorizada mediante Resolución Directoral N° 816-2025-EPG-UNS de fecha 23 de setiembre de 2025.

El presidente del jurado autorizó el inicio del acto académico; producido y concluido el acto de sustentación de tesis, los miembros del jurado procedieron a la evaluación respectiva, haciendo una serie de preguntas y recomendaciones al tesista, quien dio respuestas a las interrogantes y observaciones.

El jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO, asignándole la calificación de Dieciséis (16).

Siendo las 10:15 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando la presente acta en señal de conformidad.


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Presidente


Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla
Secretaria


Dr. Fidel Gregorio Aparicio Roque
Vocal/Asesor

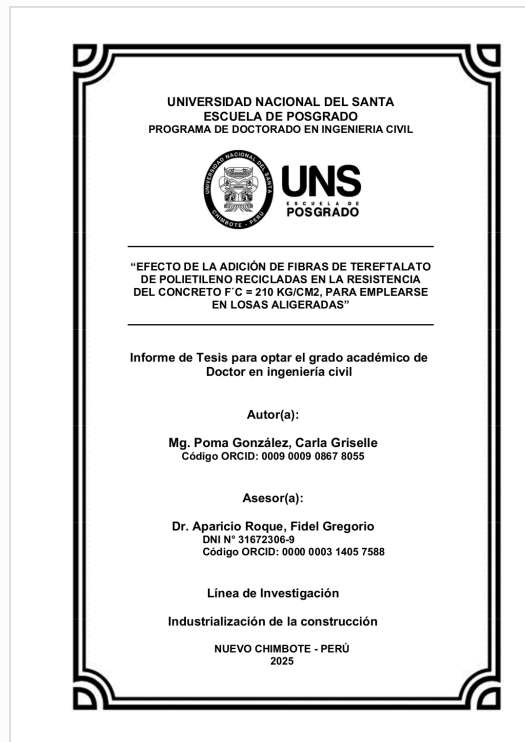


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Carla Griselle POMA GONZALEZ
Título del ejercicio: DOCTORADO 2025
Título de la entrega: EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIE...
Nombre del archivo: TESIS-POMA_GONZALEZ_REV4.docx
Tamaño del archivo: 3.8M
Total páginas: 107
Total de palabras: 26,311
Total de caracteres: 149,684
Fecha de entrega: 23-ene-2026 12:57p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2862190271



EFFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

2

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes

Trabajo del estudiante

1%

7

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

1%

9

Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

<1%

10

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1%

11

Submitted to uncedu

Trabajo del estudiante

<1%

12

apirepositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

13

Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca

Trabajo del estudiante

<1%

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico en primer lugar a Dios quien me ha dado la vida varias veces, quien me protegió cuando mi salud pendía de un hilo, a él le dedico toda mi vida. También debo dedicárselo a mi hijo Valentino con quién no solo tuve que sacrificar tiempos de juego, sino también, sacrifiqué su tiempo de reforzamiento ya que lo cambie por instrumentos de laboratorio. También quiero dedicárselos a mi madre que tengo la dicha de aún tenerla y a mi padre quién recién partió con Dios, a ellos les debo mi profesión y las ganas de querer superarme ya que desde que tengo uso de razón, es lo que vi de ellos.

AGRADECIMIENTO

Quisiera una vez más agradecerle a Dios por darme la fortaleza de seguir en pie, agradecer a mi hijo Valentino quien fue mi principal asistente en los trabajos de laboratorio y también en las impresiones. Agradecer también a mi asesor por su invaluable apoyo, finalmente quisiera agradecer a la Universidad Nacional del Santa por haberme dado la oportunidad de cursar mis estudios de doctorado en esta prestigiosa universidad, gracias por haberme brindado la oportunidad de conocer a varios docente que impartieron sus conocimientos conmigo y ello hizo que mejore y conozca algunos temas relacionados a mi carrera profesional.

ÍNDICE

Índice General

Resumen	v
Abstract	vi
I. Introducción	1
II. Marco teórico (antecedentes, marco conceptual)	8
2.1 Antecedentes	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales	8
2.1.2. Antecedentes Nacionales	13
2.2 Marco conceptual	15
2.2.1. El cemento	17
2.2.2. Agregados	18
2.2.3. Características de los Agregados	21
2.2.4. Agua	22
2.2.5. Diseño de mezcla	23
2.2.6. Resistencia del concreto	23
2.2.7. Esfuerzo a flexión	24
2.2.8. Esfuerzo a compresión	24
2.2.9. Esfuerzo a tracción	25
2.2.10. Tereftalato de Polietileno (PET)	25
2.2.11. Composición Química y Física del Tereftalato de Polietileno	26
2.2.12. El concreto reforzado con fibras	27
2.2.13. Materiales Compuestos	28
2.2.14. Fibras	28
2.2.15. Trabajabilidad del concreto	29
III. Metodología	30
3.1. Tipo de investigación	30
3.2. Diseño de la investigación	30
3.3. Población y Muestra	31
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	33
3.5. Variables	34
3.6. Procedimiento del trabajo de campo	37
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	38
IV. Resultados y Discusión	
4.1. Resultado del objetivo 1	39

4.2.	Resultado del objetivo 2	44
4.3.	Resultado del objetivo 3	45
4.4.	Resultado del objetivo 4	56
V.	Discusión	70
VI.	Conclusiones y Recomendaciones	70
	Conclusiones	76
	Recomendaciones	78
VI.	Referencias bibliográficas	79
IX.	Anexos	86
	Anexo 1 Operacionalización de variables	
	Anexo 2 Procedimiento del trabajo decampo	
	Anexo 3 Panel Fotográfico	
	Anexo 4 calibración de los equipos de laboratorio	
	Anexo 5 ensayos de laboratorio	

Índice de figuras

Figura 1.	Componentes del cemento	18
Figura 2.	Diferentes agregados finos	19
Figura 3.	Agregado grueso	20
Figura 4.	Composición química del agua	23
Figura 5.	Composición química del Tereftalato de Polietileno	26
Figura 6.	Concreto con adición de fibras PET	28
Figura 7.	Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs el concreto experimental	58
Figura 8.	Gráficos de cajas para las resistencias a la compresión	59
Figura 9.	Gráficos del análisis de comparaciones múltiples para las resistencias a la tracción	60
Figura 10.	Resistencia a la tracción del concreto patrón Vs el concreto experimental	62
Figura 11.	Gráficos de cajas para las resistencias a la tracción	63
Figura 12.	Gráficos del análisis de comparaciones múltiples para las resistencias a la tracción	64
Figura 13.	Resistencia a la flexión del concreto patrón Vs el concreto experimental	66
Figura 14.	Gráficos de cajas para las resistencias a la flexión	67
Figura 15.	Gráficos del análisis de comparaciones múltiples para las resistencias a la flexión	68

Índice de tablas

Tabla 1. Proporciones del diseño	43
Tabla 2. Valores de asentamiento obtenido en el concreto fresco	44
Tabla 3. Resultados del ensayo a compresión del concreto patrón	46
Tabla 4. Resultados del ensayo a compresión del concreto con	46
adición de tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%	
Tabla 5. Resultados del ensayo a compresión del concreto	47
con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%	
Tabla 6. Resultados del ensayo a compresión del concreto	47
con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%	
Tabla 7. Resultados del ensayo a compresión del concreto	48
con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%	
Tabla 8. Cuadro comparativo de los ensayos a compresión	48
Tabla 9. Resultados del ensayo a tracción del concreto patrón	49
Tabla 10. Resultados del ensayo a tracción del concreto con	49
adición de tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%	
Tabla 11. Resultados del ensayo a tracción del concreto con	50
adición de tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%	
Tabla 12. Resultados del ensayo a tracción del concreto con	50
adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%	
Tabla 13. Resultados del ensayo a tracción del concreto con	51
adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%	
Tabla 14. Tabla comparativa de resistencia a la tracción indirecta	51
del concreto con diferentes porcentajes de PET reciclado	
Tabla 15. Resistencia a flexión (kg/cm ²) de probetas del concreto patrón	52
Tabla 16. Resistencia a flexión (kg/cm ²) de probetas del	53
concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%	
Tabla 17. Resistencia a flexión (kg/cm ²) de probetas del	53
concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%	
Tabla 18. Resistencia a flexión (kg/cm ²) de probetas del	54
concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%	

Tabla 19. Resistencia a flexión (kg/cm ²) de probetas del concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%	55
Tabla 20. Tabla comparativa del ensayo de resistencia a flexión	55
Tabla 21. Tabla de datos para el análisis de varianza para los ensayos de compresión	56
Tabla 22. Pruebas de efectos inter-sujetos Variable dependiente: Compresión	57
Tabla 23. Compresión Máxima Duncana,b	58
Tabla 24. Tabla de datos para el análisis de varianza para los ensayos a tracción	60
Tabla 25. Pruebas de efectos inter-sujetos Variable dependiente: Tracción máxima	61
Tabla 26. Tracción máxima Duncana,b	63
Tabla 27. Tabla de datos para el análisis de varianza para los ensayos a flexión	64
Tabla 28. Pruebas de efectos inter-sujetos Variable dependiente: Flexión máxima	65
Tabla 29. Flexión Máxima Duncana,b	67

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de los tratamientos de adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para su empleo en losas aligeradas en condiciones de laboratorio. El estudio fue de tipo aplicado y diseño experimental, la población y la muestra estuvo conformada por 135 especímenes de concreto. Los resultados obtenidos fueron en términos de trabajabilidad evaluada mediante el ensayo de asentamiento, se observó una disminución progresiva conforme aumentó la dosificación de PET: el concreto patrón (0 %) presentó un asentamiento de $3 \frac{1}{2}$ ", reduciéndose a 3" con 0,75 %, $2 \frac{1}{2}$ " con 1,50 %, 2" con 2,00 % y $1 \frac{1}{2}$ " con 2,50 %. Esta tendencia refleja un aumento en la fricción interna de la mezcla, atribuida a la geometría y textura de las fibras. Respecto a la resistencia a la compresión, los resultados mostraron una mejora consistente en comparación con el concreto patrón (224 kg/cm^2), alcanzando 231 kg/cm^2 con 0,75 % de PET (+2,97 %), 237 kg/cm^2 con 1,50 % (+5,72 %), 243 kg/cm^2 con 2,00 % (+8,47 %) y 251 kg/cm^2 con 2,50 % (+11,92 %). En el caso de la resistencia a la tracción indirecta, se obtuvo un valor máximo de $24,67 \text{ kg/cm}^2$ con 2,50 % de PET, representando un incremento del 12,82 % respecto al patrón ($21,87 \text{ kg/cm}^2$). De igual manera, la resistencia a la flexión alcanzó su punto más alto con la misma dosificación ($25,83 \text{ kg/cm}^2$), superando al concreto sin adición ($21,27 \text{ kg/cm}^2$) en un 21,5 %. Desde el punto de vista estadístico, los modelos desarrollados presentaron coeficientes de determinación ajustados superiores al 95 %, lo que evidencia una alta consistencia metodológica y permite confirmar la influencia significativa tanto del porcentaje de adición de PET como del tiempo de curado sobre las propiedades mecánicas del concreto. En conjunto, los resultados respaldan la viabilidad técnica y ambiental de utilizar hasta 2,50 % de fibras PET recicladas como refuerzo en concretos estructurales destinados a losas aligeradas, mejorando su desempeño sin comprometer la trabajabilidad ni la estabilidad del diseño original.

Palabras clave: Fibras pet recicladas, resistencia a flexión del concreto, losas aligeradas

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of the addition treatments of recycled polyethylene terephthalate fibers on the strength of concrete $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, for use in lightened slabs under laboratory conditions. The study was of applied type and experimental design, the population and the sample consisted of 45 concrete specimens. The results obtained, in terms of workability evaluated through the slump test, showed a progressive decrease as the PET dosage increased. The control concrete (0%) exhibited a slump of $3\frac{1}{2}$ ", which decreased to 3" with 0.75% PET, $2\frac{1}{2}$ " with 1.50%, 2" with 2.00%, and $1\frac{1}{2}$ " with 2.50%. This trend reflects an increase in internal friction within the mix, attributed to the geometry and surface texture of the fibers. With regard to compressive strength, the results indicated a consistent improvement compared to the control (224 kg/cm^2), reaching 231 kg/cm^2 with 0.75% PET (+2.97%), 237 kg/cm^2 with 1.50% (+5.72%), 243 kg/cm^2 with 2.00% (+8.47%), and a maximum of 251 kg/cm^2 with 2.50% (+11.92%). In terms of indirect tensile strength, the highest value was 24.67 kg/cm^2 at 2.50% PET, representing a 12.82% increase compared to the control value (21.87 kg/cm^2). Likewise, flexural strength reached its highest point at the same dosage (25.83 kg/cm^2), exceeding the reference concrete (21.27 kg/cm^2) by 21.5%. From a statistical perspective, the developed models exhibited adjusted coefficients of determination above 95%, demonstrating strong methodological consistency and confirming the significant influence of both the PET addition percentage and the curing time on the mechanical performance of the concrete. Overall, the results support the technical and environmental viability of incorporating up to 2.50% recycled PET fibers as reinforcement in structural concretes designed for lightened slabs, enhancing their mechanical performance without compromising workability or the stability of the original mix design.

Keywords: Recycled PET fibers, flexural strength of concrete, lightened slabs

I INTRODUCCIÓN

Espino y Yenthl (2020) mencionaron que la contaminación dada por plásticos es un problema a nivel mundial formando parte de nuestra realidad actual, esta contaminación por plásticos tiene como origen los diversos patrones de producción, el consumo y pos-consumo de este material, el cual simplemente es desechado contaminando el medio ambiente.

Beltrán (2020) señala que el concreto fabricado con reemplazos parciales de plástico en sus agregados naturales puede llegar a presentar propiedades que le permiten competir con el concreto convencional, siendo viable tanto para fines estructurales como no estructurales. No obstante, para garantizar su efectividad y seguridad, es fundamental considerar los límites y rangos establecidos por las normas técnicas pertinentes que regulan la producción del concreto, lo cual plantea la necesidad de evaluar el comportamiento mecánico de este tipo de mezclas bajo criterios normativos confiables y validados.

Según Meza de Luna et al. (2021), cada año se generan aproximadamente 260 millones de toneladas de desechos plásticos en el mundo. Además, desde la década de 1950 hasta el año 2017, se estima que se han producido 6.4 billones de toneladas de residuos plásticos, de los cuales únicamente el 9% ha sido reciclado, el 12% ha sido incinerado, y un alarmante 79% ha terminado en vertederos o en el medio ambiente, provocando serias afectaciones ecológicas. Esta situación refleja la urgente necesidad de investigar alternativas sostenibles que permitan la reutilización de los residuos plásticos, como su incorporación en materiales de construcción, con el fin de mitigar su impacto ambiental y contribuir a una economía circular.

En el contexto peruano, la contaminación por residuos plásticos representa un grave problema ambiental y de salud pública, particularmente en las zonas urbanas de Lima y Callao, donde se generan aproximadamente 886 toneladas de desechos plásticos al día. De esta cantidad, solo el 1% es reciclado, mientras que el resto es desechado de forma inadecuada en calles, áreas verdes, botaderos y cuerpos de agua. Como señala Oceana Perú (2022), gran parte de estos residuos terminan llegando al mar, donde pueden tardar cientos de años en descomponerse,

afectando gravemente a la fauna marina. Esta situación no solo compromete los ecosistemas, sino que también representa un riesgo potencial para la salud humana, ya que los micro plásticos ingresan a la cadena alimentaria a través del consumo de especies marinas contaminadas, evidenciando así la urgente necesidad de implementar estrategias sostenibles para la gestión de residuos plásticos.

En la ciudad de Huaraz se observa un incremento progresivo en la generación de residuos plásticos durante los últimos años, sin que exista un sistema de gestión y reciclaje suficientemente eficiente. Este tipo de desechos suele ser arrojado en espacios públicos, cauces de ríos o zonas verdes, contribuyendo a la contaminación visual y al deterioro ambiental urbano (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2022). La escasa rentabilidad del reciclaje de plásticos, junto con la limitada presencia de empresas dedicadas a su acopio y transformación, ha desalentado la participación ciudadana en prácticas sostenibles de reciclaje (Gamarra & Rojas, 2021). Ante este panorama, la reutilización de plásticos reciclados, como el tereftalato de polietileno (PET), en materiales de construcción surge como una alternativa viable para mitigar la contaminación y fomentar la economía circular. Su incorporación en mezclas de concreto permitiría no solo valorizar estos residuos, sino también crear oportunidades económicas para recicladores y familias de bajos recursos (Chinchayán et al., 2023). Además, diversos estudios han evidenciado que el uso de fibras plásticas recicladas en el concreto puede reducir su peso propio sin afectar de manera significativa su resistencia mecánica, lo cual resulta ventajoso para el diseño de estructuras livianas, como las losas aligeradas (Al-Furjan et al., 2021; López & Salazar, 2022). Por tanto, desaprovechar esta alternativa implica continuar con modelos de disposición inadecuada de residuos plásticos y con procesos de producción de concreto convencionales que contribuyen a mayores impactos ambientales (MINAM, 2022).

Con base en la problemática identificada respecto al inadecuado manejo de residuos plásticos en la ciudad de Huaraz y la búsqueda de alternativas sostenibles en la construcción, se planteó la investigación titulada: “Efecto de la adición de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas en la resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para emplearse en losas aligeradas”. El problema

general que se planteará será: ¿Cuál será el efecto de los tratamientos con adición de fibras recicladas de PET en la resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para su uso en losas aligeradas en condiciones de laboratorio? A partir de este problema general, se abordarán los siguientes problemas específicos: ¿Cuál será el diseño de mezcla que se empleará utilizando agregados de la cantera de Pariahuanca?; ¿Cuál será el asentamiento del concreto de cada tratamiento y del testigo mediante la prueba de revenimiento?; ¿Cuál será la dosificación óptima de concreto con adición de fibras recicladas de PET, en proporciones de 0.00 % (grupo testigo), 0.75 % (T1), 1.50 % (T2), 2.00 % (T3) y 2.50 % (T4), con base en el peso del agregado grueso, mediante la aplicación de tres repeticiones por tratamiento y la evaluación de las propiedades mecánicas del material a través de ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta?; y ¿cuáles serán los resultados del análisis estadístico utilizando ANOVA para contrastar hipótesis y la prueba de Duncan para determinar el tratamiento óptimo?.

El objetivo general de esta investigación será: Determinar el efecto que generará la adición de fibras recicladas de PET en la resistencia del concreto diseñado con una resistencia característica de 210 kg/cm^2 , bajo condiciones de laboratorio, evaluando su aplicabilidad en losas aligeradas. Para alcanzar este objetivo, se establecerán los siguientes objetivos específicos: 1) Determinar el diseño de mezcla que se utilizará empleando agregados de la cantera de Pariahuanca; 2) Determinar el asentamiento del concreto de cada tratamiento y el testigo mediante la prueba de revenimiento; 3) Determinar la dosificación óptima de concreto con adición de fibras recicladas de PET, en proporciones de 0.00 % (grupo testigo), 0.75 % (T1), 1.50 % (T2), 2.00 % (T3) y 2.50 % (T4), con base en el peso del agregado grueso, mediante la aplicación de tres repeticiones por tratamiento y la evaluación de las propiedades mecánicas del material a través de ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta; 4) Aplicar el análisis estadístico de los resultados utilizando ANOVA para contrastar hipótesis y la prueba de Duncan para identificar el tratamiento óptimo. Con ello, se buscará conocer el impacto de la adición de fibras recicladas de PET en la resistencia del concreto, identificar el porcentaje óptimo de adición, y analizar su viabilidad como material constructivo sostenible.

Como predicción de las respuestas a los problemas de investigación, se plantean las siguientes hipótesis general y específicas: Hipótesis general: H_0 : Los tratamientos con la adición de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas no influirán significativamente en la resistencia del concreto, con una resistencia característica $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para su empleo en losas aligeradas bajo condiciones de laboratorio; H_a : Los tratamientos con la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas sí influirán significativamente en la resistencia del concreto, con una resistencia característica $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para su empleo en losas aligeradas bajo condiciones de laboratorio. Hipótesis específicas: H_{01} : La cantera de Pariahuanca no cumplirá satisfactoriamente con las características físicas y propiedades mecánicas necesarias para realizar un diseño de mezcla adecuado para la fabricación del concreto; H_{a1} : La cantera de Pariahuanca cumplirá satisfactoriamente con las características físicas y propiedades mecánicas necesarias para realizar un diseño de mezcla adecuado para la fabricación del concreto. H_{02} : El asentamiento del concreto de los tratamientos no mostrará un comportamiento mejor que el de la muestra testigo (0.00% de PET reciclado); H_{a2} : El asentamiento del concreto de los tratamientos mostrará un comportamiento mejor que el de la muestra testigo (0.00% de PET reciclado). H_{03} : No existen diferencias significativas en las resistencias a la compresión, flexión y tracción del concreto entre los tratamientos con diferentes proporciones de fibras recicladas de PET (0 %, 0.75 %, 1.50 %, 2.00 % y 2.50 %).; H_{a3} : Existen diferencias significativas en las resistencias a la compresión, flexión y tracción del concreto entre los tratamientos con diferentes proporciones de fibras recicladas de PET (0 %, 0.75 %, 1.50 %, 2.00 % y 2.50 %). H_{04} : La prueba de ANOVA no permitirá determinar la contrastación de las hipótesis planteadas, y la prueba de Duncan no identificará el tratamiento óptimo; H_{a4} : La prueba de ANOVA permitirá determinar la contrastación de las hipótesis planteadas, y la prueba de Duncan identificará el tratamiento óptimo.

La presente investigación se justifica en el **ámbito práctico** debido a la necesidad urgente de encontrar soluciones sostenibles frente al creciente problema de la contaminación por residuos plásticos, especialmente en contextos urbanos como la ciudad de Huaraz. El plástico, ampliamente utilizado en envases de alimentos, productos de higiene, salud y otros, aún no cuenta con un segundo uso efectivo y

permanente dentro del sector de la construcción. Esta investigación busca demostrar que las fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET), provenientes de botellas plásticas, pueden ser incorporadas en mezclas de concreto no solo como una medida de reutilización de residuos, sino también como una alternativa técnica viable para mejorar ciertas propiedades del concreto, como su peso y resistencia. De comprobarse su efectividad, se contribuiría directamente con la reducción del impacto ambiental generado por el desecho inadecuado de plásticos y se ofrecería una solución innovadora y sostenible para la industria de la construcción, abordando así un problema real con un enfoque aplicado y transformador. Desde el **punto de vista económico**, esta investigación se justifica por el potencial que tiene el uso de fibras de plástico recicladas para generar nuevas oportunidades de ingreso en la ciudad de Huaraz. Actualmente, el acopio de botellas plásticas recicladas es limitado debido al bajo valor comercial del kilo de plástico, lo que desincentiva su recolección. Sin embargo, si se logra demostrar que estas fibras pueden ser incorporadas de manera efectiva en la fabricación de concreto, se abriría una nueva demanda para este tipo de residuo, lo cual podría incrementar su valor en el mercado local. Este nuevo uso daría lugar a una cadena productiva que no solo beneficiaría al sector construcción con un material alternativo y más sostenible, sino que también contribuiría a la generación de empleo informal o formal mediante la recolección, clasificación y procesamiento del plástico reciclado, brindando así una oportunidad económica importante para personas desempleadas o en situación de vulnerabilidad. Desde el **enfoque teórico**, esta investigación se justifica por la ausencia de estudios previos en la ciudad de Huaraz que analicen la interacción entre las fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) y el concreto. Si bien en el Perú existen algunas investigaciones relacionadas, muchas de ellas se centran en el uso de fibras de polipropileno como refuerzo secundario para controlar la fisuración por retracción en el concreto en estado plástico. En cuanto al uso de fibras PET, algunos estudios han demostrado que su incorporación puede mejorar el comportamiento mecánico del concreto, resaltando la importancia de investigar la relación entre el tipo de fibra, su proporción y las propiedades del concreto resultante. En ese contexto, los resultados de esta investigación aportarán nuevos conocimientos específicos a la realidad local, considerando las características propias de los materiales de la ciudad de Huaraz. Asimismo, servirán como base

teórica y referencia para futuras investigaciones que busquen soluciones sostenibles en el sector construcción, además de proponer una alternativa que contribuya a la reducción del impacto ambiental generado por los residuos plásticos urbanos. Desde el **punto de vista social**, esta investigación se justifica por la necesidad de promover el reciclaje adecuado de los residuos plásticos PET, los cuales en la ciudad de Huaraz suelen almacenarse de manera incorrecta o simplemente ser desechados en calles, áreas verdes y espacios públicos, generando un impacto negativo en el ecosistema urbano. Actualmente, son pocas las personas que recolectan este tipo de residuos con fines de venta, y quienes lo hacen, reciben una retribución económica mínima. Sin embargo, al demostrarse que las fibras recicladas de PET pueden ser reutilizadas en el sector construcción como parte de la mezcla de concreto, se abriría una oportunidad real para que estos residuos adquieran un mayor valor comercial. Esto incentivaría a más personas a participar en la recolección y clasificación de plásticos, generando oportunidades de empleo y promoviendo una economía circular a nivel local. Además, esta nueva aplicación impulsaría el desarrollo de tecnologías sostenibles aplicadas al diseño del concreto, contribuyendo no solo al bienestar social y económico de la población, sino también a la mejora del entorno ambiental en la ciudad de Huaraz. Desde una **perspectiva medioambiental**, esta investigación se justifica debido al creciente impacto negativo que genera el mal manejo de residuos plásticos PET sobre el entorno natural. En la ciudad de Huaraz, así como en muchas otras localidades, estos residuos suelen ser desechados inadecuadamente, acumulándose en calles, suelos, cuerpos de agua y áreas verdes, lo que contribuye a la contaminación del aire, del agua y del suelo. Estos plásticos, al tardar cientos de años en degradarse, terminan afectando gravemente la flora y fauna local, ya que muchas fibras plásticas son arrastradas hacia ríos, lagos o incluso al mar, donde son ingeridas por especies acuáticas. Estudios han demostrado que algunos peces ya contienen micro plásticos en sus organismos, lo que representa un riesgo no solo para los ecosistemas, sino también para la salud humana, al ingresar a la cadena alimentaria. Ante esta problemática, la incorporación de fibras recicladas de PET en mezclas de concreto representa una alternativa viable para reducir el volumen de plástico que termina contaminando el medio ambiente. Al darles un uso constructivo, se fomenta un acopio más responsable y se evita su disposición inadecuada, contribuyendo así a la conservación del aire limpio, la protección de

fuentes de agua, el mantenimiento de suelos saludables y la preservación de la biodiversidad en la región de Huaraz. **Metodológicamente**, se justifica en la necesidad de establecer procedimientos controlados que permitan obtener resultados fiables y reproducibles. Para ello, se emplea un diseño de tipo experimental, en el que se elaborarán mezclas de concreto con diferentes proporciones de fibras de PET recicladas, siguiendo parámetros normativos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú y las normas técnicas internacionales como la ASTM C39/C39M-23 (ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto) y la ASTM C494/C494M-19 (aditivos para concreto). Estos resultados permitieron contrastar los resultados obtenidos con los valores establecidos para concretos convencionales de 210 kg/cm², a fin de identificar si la adición de fibras de PET contribuye a mantener o mejorar las propiedades mecánicas requeridas. De esta manera, se garantiza que la investigación no se limite a un planteamiento teórico, sino que se fundamente en la experimentación rigurosa y en la verificación empírica de los efectos producidos por la variable independiente.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Cobos (2021) publicó un artículo científico titulado “Estudio comparativo sobre el comportamiento mecánico del concreto con fibra de polietileno tereftalato (PET) reciclado y concreto con fibra de acero” Una investigación realizada en Ecuador tuvo como objetivo determinar las diferencias en el comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) y del concreto reforzado con fibras de acero. La metodología de esta investigación fue de tipo aplicada, con un diseño experimental y un enfoque cuantitativo, empleando niveles descriptivo y explicativo. Se elaboraron mezclas de concreto con adiciones del 0.5% y 1.0% de fibras de PET recicladas y fibras de acero, las cuales fueron comparadas con una mezcla sin ningún tipo de refuerzo. Los resultados indicaron que el concreto con fibras PET recicladas alcanzó resistencias a compresión de 152.80 kg/cm² y 123.50 kg/cm² para las proporciones del 0.5% y 1.0%, respectivamente, mientras que el concreto con fibras de acero logró resistencias de 235.50 kg/cm² y 205.00 kg/cm² en las mismas proporciones. Por su parte, el concreto sin adición de fibras obtuvo una resistencia de 228.00 kg/cm². En cuanto a la resistencia a la tracción indirecta, el concreto sin fibras presentó el mayor valor, seguido por el que contenía 0.5% de fibras PET recicladas y luego por el de 1.0% de fibras de acero. Se concluyó que el concreto con 0.5% de fibras de acero tuvo el mejor comportamiento a compresión, superando incluso al concreto sin aditivos, mientras que la mezcla con 1.0% de fibras PET mostró el rendimiento más bajo (108 kg/cm²), evidenciando que, si bien el uso de PET reciclado podría aportar en ciertas propiedades, su efecto en la resistencia mecánica dependió considerablemente de la dosificación empleada.

Ojeda et al (2020) publicaron un artículo científico titulado “Diseño y ensayo de fibras plásticas recicladas para refuerzo de mortero” Una investigación realizada en Argentina tuvo como objetivo diseñar y evaluar el comportamiento de fibras plásticas recicladas incorporadas en morteros de cemento, comparando su rendimiento con el de fibras comerciales. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un diseño experimental. Los resultados mostraron que, en cuanto a

la resistencia a la flexión, la muestra con adición de fibras comerciales alcanzó 2.08 MPa (equivalente a 21.18 kg/cm²) en la muestra patrón y 2.58 MPa (equivalente a 26.30 kg/cm²) en la muestra experimental. En cuanto a la resistencia a la compresión, las muestras presentaron 21.9 MPa (equivalente a 22.36 kg/cm²) y 16.8 MPa (equivalente a 17.11 kg/cm²), respectivamente. Se concluyó que la mezcla con fibras PET recicladas obtuvo los mejores resultados, ya que, aunque la mezcla patrón presentó mayor resistencia a los 7 días en comparación con la mezcla experimental con fibras de nylon, a los 28 días las fibras de nylon superaron a la mezcla patrón. La resistencia a la flexión mejoró un 150% para las mezclas con fibras PET y un 125% para las de nylon. Finalmente, se concluyó que el aumento en la proporción de fibras PET, aunque inicialmente presentó una mejora más lenta en la resistencia a la flexión, mostró un mayor rendimiento a largo plazo en comparación con la resistencia a corto plazo.

Carballo et al (2023) publicaron un artículo científico titulado “Análisis de una base granular estabilizada con cemento y adición de fibras de PET reciclado” Una investigación realizada en Costa Rica tuvo como objetivo evaluar las resistencias a la compresión de bases granulares estabilizadas con cemento tipo MM/C (C-P)-28 y con adición de fibras de tereftalato de polietileno (PET) reciclado. La metodología fue de tipo aplicada con un diseño experimental, trabajando con una muestra de 72 especímenes. Los resultados mostraron que los cilindros con molde de base de 38 mm, con adición de 2,5% de cemento y 0,4% de PET, alcanzaron una resistencia a la compresión máxima promedio de 3,8 MPa (equivalente a 38.67 kg/cm²), lo que representó un incremento del 41% en comparación con los cilindros sin fibras, que alcanzaron una resistencia de 2,7 MPa (equivalente a 27.47 kg/cm²). Por otro lado, los cilindros con base de 25 mm y adición de 2,5% de cemento y 0,6% de PET lograron una resistencia máxima promedio de 3,6 MPa (equivalente a 36.63 kg/cm²), lo que equivalió a un incremento del 12,5%. Se concluyó que las mezclas con 2,5% de cemento tipo MM/C (C-P)-28 no solo cumplieron, sino que excedieron la resistencia mínima a la compresión de 3 MPa (30.59 kg/cm²) estipulada por la norma ASTM D1633.

Meza et al (2021) publicaron un artículo científico titulado “Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Plásticas Recicladas” Una investigación realizada en México tuvo como objetivo determinar la resistencia a la flexión del concreto con adición de fibras plásticas recicladas. La metodología

fue de tipo aplicada y con un diseño experimental, trabajando con una muestra de 7 especímenes. Los resultados mostraron que, al incorporar fibras recicladas, la trabajabilidad del concreto disminuía, y esta reducción se incrementaba con el contenido de fibras. Se determinó que la capacidad de ductilidad del concreto aumentaba con el contenido de fibras, aunque el concreto reforzado con fibras comerciales mostraba un mayor rango de ductilidad en comparación con el de fibras de PET recicladas. En cuanto a la deflexión, las mezclas con fibras recicladas alcanzaron valores de 5 mm (equivalente a 2.125 kg/m³), 10 mm (equivalente a 4.250 kg/m³) y 17 mm (equivalente a 6.375 kg/m³). Se concluyó que la adición de fibras de PET en el concreto generaba una resistencia residual similar o superior en comparación con el concreto reforzado con fibras vírgenes. No obstante, el concreto con bajo contenido de fibras recicladas no se recomendó debido a su limitada resistencia residual y ductilidad.

Cárdenas et al. (2020) publicaron un artículo titulado "Evaluación del comportamiento a compresión y propiedades físicas de morteros de cemento reforzados con fibras recicladas PET", realizado en Colombia, cuyo objetivo fue determinar la resistencia a la compresión del mortero con refuerzo de fibras PET. La metodología empleada fue de tipo aplicada con un diseño experimental. Los resultados indicaron que al añadir fibras PET en dosificaciones de 0 kg, 1,33 kg, 2,66 kg, 4,0 kg y 5,33 kg por metro cúbico de mezcla (kg/m³), se experimentaron reducciones en la resistencia a compresión del 2%, 1%, 7% y 17%, respectivamente, en comparación con el mortero de control. Asimismo, se observaron reducciones en el módulo elástico de los morteros de 3%, 4%, 10% y 10%, y en la porosidad abierta, las reducciones fueron del 22%, 20%, 21% y 23% al incorporar las dosificaciones de fibras PET. Conclusión: El aumento en la dosificación de fibras PET provocó una reducción gradual de la resistencia a la compresión de los morteros, alcanzando hasta un 17% en comparación con el mortero de control sin fibras PET. Este decremento máximo se produjo cuando se añadió una dosificación de 5,33 kg/m³ de fibras PET al mortero de control.

Según Camacho y Cornejo (2021), en su artículo científico titulado "Comparativa de resistencia a la compresión y características de concreto tradicional contra concreto agregado PET reciclado", realizado en México, se tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión del concreto con la adición de PET reciclado. La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño

experimental. Como resultado, se observó que al utilizar cemento marca Chihuahua y adicionar PET reciclado en proporciones de 1%, 2%, 3% y 4%, se alcanzaron resistencias a la compresión de 279.48 kg/cm², 277.40 kg/cm², 266.16 kg/cm² y 260.19 kg/cm², respectivamente, tomando como referencia una resistencia base de 200 kg/cm². Asimismo, al emplear cemento marca Opasco con una adición del 1% de PET, se obtuvo una resistencia de 236.21 kg/cm². Se concluyó que la incorporación de hojuelas de PET reciclado de 3/8 de pulgada en proporciones menores al 4% permitió obtener resistencias superiores a los 200 kg/cm², cumpliendo con los requerimientos normativos y manteniendo una apariencia física adecuada en los cilindros de concreto, lo que evidenció la viabilidad de utilizar PET reciclado como aditivo en la elaboración de concreto estructural.

Según Orié y Olusesi (2023), en su artículo científico titulado “Effect of partial replacement of aggregate with granulated polyethylene terephthalate (PET) on compressive strength of concrete” (“Efecto de la sustitución parcial del agregado con tereftalato de polietileno (PET) granulado sobre la resistencia a la compresión del concreto”), realizado en Nigeria, el objetivo fue verificar el impacto de la adición de PET reciclado en proporciones del 5%, 10%, 15% y 20% como reemplazo parcial del agregado fino sobre la resistencia a la compresión del concreto. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con diseño experimental y enfoque cuantitativo, utilizando como muestra un total de 45 probetas. Como resultado, se obtuvo que el concreto patrón alcanzó una resistencia media de 33.08 N/mm² (equivalente a 337.34 kg/cm²), mientras que las mezclas con adición de PET presentaron resistencias de 29.70 N/mm² (302.77 kg/cm²) para el 5%, 25.95 N/mm² (264.74 kg/cm²) para el 10%, 24.28 N/mm² (247.65 kg/cm²) para el 15% y 23.23 N/mm² (236.89 kg/cm²) para el 20%. Se concluyó que, si bien la incorporación de PET reciclado generó una disminución progresiva en la resistencia a la compresión del concreto, su uso representa una alternativa viable y ecológica que podría aprovecharse para reducir el impacto ambiental negativo generado por los residuos plásticos.

Según Nkomo et al. (2022), en su artículo titulado “Effects of Polyethylene Terephthalate Fibre Reinforcement on Mechanical Properties of Concrete” (“Efectos del refuerzo con fibras de tereftalato de polietileno en las propiedades mecánicas del concreto”), realizado en Sudáfrica, el objetivo fue estudiar el uso

de fibras PET en diferentes proporciones para analizar la resistencia mecánica del concreto. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con diseño experimental y enfoque cuantitativo, utilizando una muestra de 37 probetas. Los resultados mostraron que la trabajabilidad del concreto disminuyó con la adición de fibras PET, pasando de un asentamiento de 50.30 mm en la muestra patrón a 15 mm con 0.5% de PET, y sin asentamiento en las mezclas con 1%, 1.5% y 2% de PET. En cuanto a la resistencia a la compresión, la mezcla con 0.5% de PET alcanzó una resistencia de 29.32 N/mm² (equivalente a 299.84 kg/cm²), mientras que las mezclas con 1%, 1.5% y 2% de PET experimentaron una reducción en la resistencia. En el ensayo de flexión, la muestra patrón presentó una resistencia de 2.82 N/mm² (equivalente a 28.72 kg/cm²), y las mezclas con 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de PET tuvieron resistencias de 3.59 N/mm² (equivalente a 35.89 kg/cm²), 1.80 N/mm² (equivalente a 18.36 kg/cm²), 2.25 N/mm² (equivalente a 22.91 kg/cm²) y 2.87 N/mm² (equivalente a 29.14 kg/cm²), respectivamente. Se concluyó que la adición de 0.5% de fibra PET proporcionó la mayor resistencia a la compresión y flexión, con valores de 29.32 N/mm² y 28 N/mm², respectivamente. Sin embargo, la incorporación de fibras PET redujo la resistencia a la tracción dividida en comparación con la muestra de control en todas las mezclas. Se determinó que el concreto con adición de fibra PET es adecuado para su uso en losas de pavimento y techo con una adición de fibra del 0.5% para lograr una trabajabilidad y resistencia mecánica óptimas.

Espíndola (2024) publicó en la tesis doctoral titulada “Compositos concreto hidráulico/PET-reciclado/fibras naturales, determinación de propiedades mecánicas y electroquímicas”, realizada en México, cuyo objetivo fue determinar las propiedades mecánicas y electroquímicas del concreto hidráulico con la adición de fibras, incluyendo PET reciclado. La metodología fue de tipo aplicada con un diseño experimental. En cuanto a los resultados, se observó que el revenimiento del concreto con adiciones de PET reciclado al 0%, 2.5%, 5% y 10% fue de 19 cm, 18 cm, 19 cm y 16 cm, respectivamente. La resistencia a la compresión obtenida para esos mismos porcentajes fue de 55.8 MPa (equivalente a 569.19 kg/cm²), 57.2 MPa (583.38 kg/cm²), 55.6 MPa (566.88 kg/cm²) y 55.6 MPa (566.88 kg/cm²). Respecto al módulo de ruptura, se obtuvo 46 MPa (469.20 kg/cm²), 44 MPa (448.80 kg/cm²), 45 MPa (459.00 kg/cm²) y 52 MPa (530.40 kg/cm²), respectivamente. Se concluyó que la mezcla con 5% de PET reciclado

presentó un mejor desempeño mecánico, alcanzando una resistencia a la compresión 20% superior al valor de la muestra de referencia y 80% superior al valor exigido por la norma (400 kg/cm²). Asimismo, la resistencia a la flexión fue 30% superior a la muestra de referencia (equivalente a 46 kg/cm²) y 41.5% superior al valor mínimo normativo de 41 kg/cm², lo que evidenció la viabilidad del uso de fibras PET recicladas como refuerzo en el concreto hidráulico.

Antecedentes Nacionales

Surichaqui et al. (2021) publicaron el artículo titulado "*Adición de la fibra de polietileno tereftalato en pavimento rígido en la provincia de Angaraes – Huancavelica*" en el que se investigó el comportamiento del concreto para pavimento rígido con la adición de fibras de polietileno tereftalato (PET) a una resistencia de $f'c=350\text{kg/cm}^3$. El estudio, de tipo aplicada y con diseño experimental, mostró que, para los diferentes diseños de mezcla, la cantidad de fibra de PET varió entre 1.5, 2.0 y 2.5 kg/m³, empleando en todos los casos 419.192 kg de cemento, 136.76 L de agua, 1,323.23 kg de agregados gruesos, 437.39 kg de agregados finos y 1% de aire, con las fibras PET correspondientes a cada proporción. En cuanto a los resultados de resistencia a la compresión, se obtuvo para el concreto patrón una resistencia de 356.00 kg/cm², mientras que con 1.5 kg/m³ de fibras PET fue de 291.00 kg/cm², con 2.0 kg/m³ fue de 318.00 kg/cm², y con 2.5 kg/m³ fue de 313.00 kg/cm². Respecto a la resistencia a la flexión, el concreto patrón presentó una resistencia de 38.095 kg/cm², mientras que con 1.5 kg/m³ de fibras PET fue de 35.676 kg/cm², con 2.0 kg/m³ fue de 40.816 kg/cm², y con 2.5 kg/m³ fue de 35.374 kg/cm². Se concluye que, según los ensayos realizados conforme a la norma ASTM, la adición de 2.0 kg/m³ de fibras PET fue la más eficaz, mostrando un incremento del 7.15% en el módulo de rotura, aunque redujo la resistencia a la compresión en un 10.67% en comparación con el hormigón sin fibras

Según Quenta (2020), en su artículo científico titulado "Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en la resistencia del concreto normal", realizado en Puno - Perú, el objetivo de la investigación fue realizar un estudio experimental sobre el efecto de la incorporación de fibras recicladas provenientes de botellas de tereftalato de polietileno (PET) en la resistencia mecánica del

concreto convencional. Para ello, se evaluaron distintas proporciones de adición de fibras PET, desde 0% hasta 8%, calculadas en función del peso del cemento utilizado en la mezcla. La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño experimental. Como resultado, se observó que se realizó un diseño de mezcla compuesto por cemento: 386 kg/m³, agregado fino (arena): 568,29 kg/m³, agregado grueso (grava): 1096,96 kg/m³ y la relación agua-cemento (a/c): 0.50 para el concreto patrón; se trabajó con una adición de fibras PET de 7.7 kg/m³ (2%), 15.4 kg/m³ (4%), 23.2 kg/m³ (6%) y 30.9 kg/m³ (8%). Por otra parte, a los 28 días de curado, la resistencia a la compresión del concreto con adición del 2% de fibras recicladas de botellas de PET mostró un incremento del 2,6% en comparación con el concreto convencional sin adición. En contraste, al incorporar un 4% de fibras PET, se observó una disminución del 6,3% respecto al valor alcanzado por el concreto patrón. No obstante, en ambos casos, la resistencia obtenida supera el valor de diseño establecido de 210 kg/cm². Estos resultados permiten concluir que la incorporación de pequeñas cantidades de fibras PET puede contribuir al mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto, siempre que se mantenga dentro de un rango de dosificación técnicamente adecuado. Con referencia a la resistencia a la flexión del concreto con un 4% de adición de fibras recicladas de PET presenta un incremento del 24% en comparación con el concreto convencional. Este porcentaje de adición no solo permite superar la resistencia mínima de diseño a la compresión (210 kg/cm²), sino que también contribuye significativamente a mejorar el comportamiento flexural del material. Sin embargo, al sobrepasar el 4% de adición de PET, se evidencia una disminución progresiva en la resistencia a la compresión, lo cual puede comprometer el desempeño estructural del concreto. Bajo estas condiciones, la resistencia a la flexión puede estimarse a partir de la resistencia a la compresión mediante la expresión empírica $f_t = 2.02\sqrt{f'_c}$ (kg/cm²), lo que facilita su aproximación en diseños preliminares.

Salazar (2024) en su estudio titulado Influencia de la adición de polietileno tereftalato para mejorar la resistencia a la compresión y sus propiedades mecánicas en unidades de albañilería, realizado en Trujillo, Perú, tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión de unidades de albañilería con adición de PET reciclado, de acuerdo con los lineamientos de la Norma Técnica

E.070. La investigación fue de tipo aplicada, con diseño experimental y enfoque cuantitativo. Se evaluaron especímenes con proporciones de PET reciclado del 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %, obteniéndose resistencias a la compresión de 126.60 kg/cm², 120.77 kg/cm², 115.93 kg/cm², 115.93 kg/cm², 112.87 kg/cm², 108.85 kg/cm² y 106.09 kg/cm², respectivamente. Se concluyó que el incremento en la proporción de PET genera una disminución progresiva en la resistencia a la compresión; sin embargo, las propiedades relacionadas con el alabeo y la absorción de humedad se mantuvieron dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica E.070:2006.

Huaquisto y Quenta (2023), en su artículo titulado Estudio experimental del uso de residuos de botellas de plástico en el hormigón convencional, desarrollado en Perú, tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento mecánico del hormigón convencional con la adición de fibras de politereftalato de etileno (PET) para una resistencia de diseño de 20 MPa, equivalente a 203.94 kg/cm². La investigación fue de tipo aplicada, con un diseño experimental, y se trabajó con una muestra de 120 especímenes, de los cuales 60 fueron cilíndricos y 60 prismáticos. Los resultados indicaron que se alcanzaron resistencias máximas a la compresión y a la flexión de 22.79 MPa (232.28 kg/cm²) y 3.19 MPa (32.54 kg/cm²), respectivamente, a los 28 días de curado, con adiciones del 2 % y 6 % de fibras PET. Se concluyó que la incorporación de fibras PET en proporciones de hasta 4 % mejora las propiedades mecánicas del hormigón y mantiene una buena trabajabilidad, siendo esta proporción la más recomendable; dosificaciones superiores, como el 6 %, afectan negativamente la manejabilidad de la mezcla. En particular, se determinó que la dosificación óptima es de 15.78 kg de fibras PET por metro cúbico de hormigón.

Solórzano y Cerna (2022) publicaron en el artículo titulado “Influencia de la adición del 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % de tereftalato de polietileno en las propiedades de resistencia y permeabilidad de pavimento de concreto”, realizado en Perú, tuvieron como objetivo determinar las propiedades de resistencia y permeabilidad del pavimento de concreto con la incorporación de tereftalato de polietileno (PET). La investigación fue de tipo aplicada, con diseño experimental y enfoque cuantitativo, y se trabajó con una muestra compuesta por 48 probetas cilíndricas y 36 vigas. Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia a la compresión axial para las adiciones de 0 %, 0.2 %, 0.3 % y 0.4 % fue de 281.68 kg/cm², 282.78

kg/cm², 283.64 kg/cm² y 281.03 kg/cm², respectivamente; en cuanto a la resistencia a la flexión, los valores fueron de 36.50 kg/cm², 38.59 kg/cm², 40.83 kg/cm² y 43.62 kg/cm², respectivamente; mientras que la permeabilidad alcanzó valores de 0.53 cm/s, 0.56 cm/s, 0.60 cm/s y 0.63 cm/s en el mismo orden. Se concluyó que una adición del 0.3 % de PET optimiza la resistencia a la compresión, mientras que una adición del 0.4 % mejora significativamente la resistencia a la flexión y la permeabilidad. Por tanto, si se busca optimizar la resistencia mecánica, se recomienda utilizar una menor proporción de PET, mientras que, para mejorar las propiedades de flexión y permeabilidad, es preferible una mayor dosificación.

Saucedo et al. (2021) publicaron en el artículo titulado "Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura", realizado en Perú, tuvieron como objetivo revisar 50 artículos científicos de diversas revistas para analizar los efectos de la incorporación de agregados PET en las propiedades del concreto. Esta investigación se basó en la metodología de búsqueda, selección y análisis de estudios previos. Los resultados indicaron que la resistencia a la abrasión del concreto mejoró con la adición de residuos PET como reemplazo del agregado grueso; la profundidad de desgaste del concreto patrón fue de 0.42 mm con una relación agua/cemento (a/c) de 0.45, mientras que el desgaste se redujo a 0.23 mm al reemplazar el agregado grueso con fibras de PET en un 20 %. Además, se observó que la incorporación de fibras PET al 1 % y al 0.75 % mejoró la trabajabilidad del concreto, con un asentamiento de mezcla del 70 % y del 60 %, respectivamente, lo cual es adecuado. Se concluyó que, aunque la resistencia a la compresión axial y a la tracción por compresión diametral disminuye con el aumento del porcentaje de fibras PET, estas contribuyen a la reducción de fisuras y a la deflexión de los elementos estructurales. Además, en el ensayo de resistencia al desgaste por abrasión, el desgaste se redujo de 0.42 mm a 0.23 mm, lo que sugiere una mejora en la durabilidad del concreto.

Cordova. (2024) publicó su investigación titulada " Estudio de las propiedades mecánicas del concreto adicionando plástico reciclado como reemplazo parcial del agregado fino", realizado en Pimentel - Perú, tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del concreto con la adición de plástico reciclado reemplazando parcialmente el agregado fino. La investigación fue de

tipo aplicada, con diseño experimental y enfoque cuantitativo, y se trabajó con una muestra compuesta por 300 especímenes distribuidos en dos grupos ($f'_c=210$ kg/cm² y 280 kg/cm²). Los resultados obtenidos indicaron que la adición de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas influye significativamente en las propiedades mecánicas del concreto, en especial en la resistencia a la compresión y tracción, en los ensayos de compresión, se observó que con 2.5 % de adición, tanto en el diseño CP 210 como en el CP 280, se alcanzaron los mayores incrementos de resistencia, con valores de 250.34 kg/cm² y 337.22 kg/cm², que representan aumentos de 6.54 % y 9.64 %, respectivamente, respecto al concreto patrón. Sin embargo, a partir del 5 % de PET, la resistencia comenzó a disminuir, y esta reducción se acentuó en las mezclas con 10 % y 15 %, evidenciando que una dosificación excesiva genera pérdida de adherencia entre la pasta y las fibras, así como mayor porosidad. En cuanto a la resistencia a la tracción, el comportamiento fue similar: la adición de 2.5 % de PET produjo los mejores resultados, con incrementos de 3.01 % para el CP 210 y 6.01 % para el CP 280, alcanzando valores de 3.38 MPa y 3.73 MPa, respectivamente. Para contenidos superiores de PET, las resistencias disminuyeron progresivamente, especialmente en los porcentajes de 10 % y 15 %, donde las pérdidas fueron más notorias.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. El cemento

El cemento hidráulico es un material aglutinante obtenido por la molienda fina del clinker principalmente silicatos de calcio hidráulicos junto con sulfato de calcio y en algunos casos, una adición de caliza u otros materiales finos. Al mezclarse con agua, inicia una reacción de hidratación que da lugar a la formación de productos minerales hidratados capaces de endurecerse y adquirir resistencia incluso bajo el agua o en condiciones de humedad elevada. Esta propiedad permite que el cemento hidráulico sea ampliamente utilizado en elementos estructurales de concreto expuestos a ambientes agresivos o en aplicaciones especiales donde se requiere endurecimiento rápido y alta durabilidad. (Frías, Monasterio & Moreno-Juez, 2023; Civil Engineer Mag, 2023).

La clasificación de los cementos hidráulicos está definida por estándares tales como ASTM C150/C150M, que en su edición de 2024 agrupa los cementos

Portland en siete tipos fundamentales: Tipo I (uso general), Tipo IA (uso general con aire incluido), Tipo II (resistencia moderada a sulfatos), Tipo IIA (análogo al Tipo II con aire incluido), Tipo III (alta resistencia temprana), Tipo IIIA (como Tipo III con aire incluido) y Tipo V (alta resistencia a sulfatos). En función de sus propiedades principales velocidad de ganancia de resistencia, generación de calor de hidratación, resistencia a ataques de sulfato y aire incluido, cada tipo se selecciona para condiciones específicas de exposición estructural. Por ejemplo, el Tipo III se emplea en obras de prisa o en ambiente frío debido a su alta finura y rápida reacción; el Tipo V se utiliza en ambientes severos con ataques de sulfatos, gracias a contenido muy reducido de C_3A . La correcta selección del tipo de cemento para una mezcla de concreto por ejemplo para una losa aligerada con resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, debe considerar la exposición ambiental, requisitos de desempeño y tiempos de desmoldeo, de modo que se optimice tanto la durabilidad como el coste y maniobrabilidad.

Figura 1

Componentes del cemento



Nota: Las principales sustancias químicas presentes en el cemento corresponden al óxido de calcio (CaO), dióxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido de hierro (Fe_2O_3), los cuales constituyen la base de su composición. Tomada de “Engineering Discoveries” [imagen] Engineering Discoveries, 2021, <https://engineeringdiscoveries.com/components-and-composition-of-cement/>

2.2.2. Agregados

Según The Concrete Centre (2024), los agregados constituyen el componente volumétrico dominante del concreto, representando típicamente entre el 60 % y 80 % del volumen total de la mezcla y hasta alrededor del 70 % al 85 % de su peso. Se clasifican en tres grandes categorías: naturales provenientes de

canteras o lechos aluviales, manufacturados obtenidos como subproducto de procesos industriales y reciclados derivados de residuos de construcción y demolición tratados para nuevo empleo. Sutherland y Barbhuiya (2023) señalan que la selección adecuada del tipo, tamaño, forma, textura superficial y gradación granulométrica del agregado tiene una incidencia decisiva en las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto endurecido, así como en su trabajabilidad en estado fresco.

1. Agregado fino

Los agregados finos son los materiales granulares que pasan completamente por un tamiz de 4,75 mm (tamaño #4) y actúan como “relleno” entre los agregados gruesos en una mezcla de concreto. Su función principal incluye proporcionar trabajabilidad, rellenar los vacíos entre los fragmentos más grandes y contribuir a la economía del aglutinante. El tamaño, la textura superficial, la forma de las partículas y la gradación del agregado fino tienen un impacto decisivo en las propiedades frescas (como el asentamiento y la facilidad de colocación) y endurecidas (como la resistencia, la durabilidad y la contracción) del concreto. Además, en la búsqueda de sostenibilidad, cada vez es más frecuente emplear arenas recicladas o finos de demolición como agregado fino, aunque ello exige controles rigurosos pues pueden presentar mayor absorción de agua o menor calidad mecánica que los finos naturales (Plaza, Sáez del Bosque, Sánchez & Medina, 2024; Suarez-Riera et al., 2025).

Figura 2

Diferentes agregados finos.



Nota: La arena puede obtenerse de manera natural, mediante procesos de erosión y sedimentación, o producirse artificialmente a través de la trituración controlada de

rocas seleccionadas, considerando su tamaño de partícula y textura. Tomada de “360 en concreto” [imagen] Osorio, J. D. (2022, junio), <https://360enconcreto.com/wp-content/uploads/2022/06/agregados-finos-y-gruesos-concreto-41.jpg>

2. Agregado grueso

Los agregados gruesos constituyen las partículas granulares retenidas en un tamiz estándar de 4,75 mm (o equivalente a la malla No. 4), típicamente correspondientes a piedra triturada o grava procedente de canteras u otras fuentes (ASTM/BS). Estas partículas cumplen funciones estructurales clave en el concreto: contribuyen a la resistencia a la compresión, a la estabilidad del material, al control del calor de hidratación en mezclas masivas y al soporte del material aglutinado por el cemento hidráulico (Hosen, Maruf, Howlader, Chakma & Mia, 2024). La adecuada selección del agregado grueso —en términos de tamaño máximo, gradación, forma, textura de superficie, absorción de agua y contenido de partículas finas adheridas— influye significativamente en la trabajabilidad de la mezcla fresca y en las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto endurecido (Teixeira, Sampaio, Moncunill et al., 2024).

Figura 3

Agregado grueso



Nota: Las partículas del agregado grueso, al poseer una menor relación entre el área superficial y el volumen, influyen en la resistencia del concreto mediante una interacción más compleja entre la adherencia agregado y la proporción agua/cemento utilizada en la mezcla. Tomada de “360 en concreto” [imagen] Osorio, J. D. (2022, junio), <https://360enconcreto.com/wp-content/uploads/2022/06/agregados-finos-y-gruesos-concreto-41.jpg>

2.2.3. Características de los Agregados

Los agregados, que constituyen entre el 60 % y el 80 % del volumen total del concreto y hasta cerca del 90 % de su peso, presentan una serie de características físicas, químicas, mecánicas y texturales que tienen un impacto decisivo en el comportamiento del concreto tanto en estado fresco como endurecido (Hosen, Maruf, Howlader, Chakma & Mia, 2024; Li, Bai & Wang, 2025).

Algunas de las propiedades más relevantes que deben evaluarse son:

Tamaño, gradación y forma de las partículas: Una gradación adecuada contribuye a una mejor compactación, menor demanda de cemento y mejor trabajabilidad. Las partículas de agregado grueso muy grandes pueden reducir la resistencia del concreto al disminuir los puntos de contacto efectivos con la pasta de cemento.

Densidad aparente y gravedad específica: La gravedad específica influye en la dosificación, en la relación agua/cemento efectivo y en la resistencia final del concreto. Estudios recientes muestran que variaciones en la gravedad específica del agregado provocan cambios medibles en la resistencia del concreto.

Absorción de agua y porosidad: Los agregados con elevada absorción o porosidad pueden incrementar la cantidad de agua de mezcla necesaria, reducir la relación agua/cemento efectivo y comprometer la durabilidad por aumento de la permeabilidad o daño por ciclos de congelación-deshielo.

Resistencia al aplastamiento, al desgaste y al impacto: Propiedades como el valor de aplastamiento del agregado, el índice de impacto o la abrasión según el ensayo de Los Angeles indican la capacidad del agregado para mantener su integridad bajo cargas y conservar la resistencia del concreto.

Textura superficial, forma y angularidad de las partículas: Los agregados de forma angular y textura rugosa favorecen la adherencia con la pasta de cemento, lo cual mejora la resistencia y la rigidez del concreto; sin embargo, pueden reducir la trabajabilidad y aumentar la demanda de agua. Por el contrario, partículas lisas y redondeadas mejoran la fluidez, pero pueden debilitar la interconexión interna.

Compatibilidad química y presencia de impurezas: La composición mineralógica del agregado puede influir en la durabilidad del concreto. Agregados reactivos pueden provocar fenómenos como la reacción álcali-sílice, mientras que

impurezas orgánicas, arcillosas o salinas pueden afectar la hidratación, adherencia o resistencia a la corrosión.

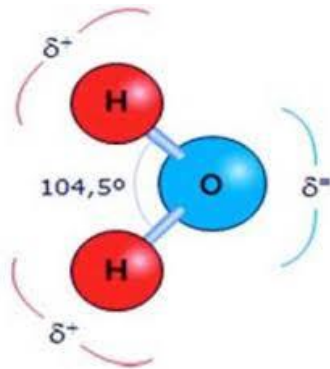
Durabilidad y estabilidad dimensional: La capacidad del agregado para resistir ciclos de congelación-deshielo, ataques de sulfatos, abrasión y dilataciones diferenciales es clave para garantizar la vida útil del concreto, especialmente en aplicaciones estructurales o expuestas.

2.2.4. Agua

El agua en la producción de concreto es un componente esencial que cumple dos funciones principales: en primer lugar, hidrata el cemento, activando las reacciones químicas que permiten la formación de productos de hidratación; en segundo lugar, actúa como medio de fluidez (trabajabilidad), permitiendo la mezcla, transporte, colocación y compactación del concreto (The Concrete Society, 2025). La calidad del agua (pureza, pH, dureza, presencia de sales u otros contaminantes) y la cantidad empleada especialmente en relación con la masa de cemento tienen un impacto determinante en las propiedades mecánicas, de durabilidad y de servicio del concreto. Por ejemplo, el uso de agua con pH ácido o con elevada dureza ha demostrado reducir la resistencia del concreto al cabo de 28 días (Mbuh Kuma et al., 2024). Asimismo, la proporción agua/cemento es inversamente proporcional a la resistencia final del concreto: a mayor cantidad de agua sin contribuir a la hidratación, mayor será la porosidad y menor la durabilidad (Lin, 2025). Finalmente, dadas las crecientes restricciones hídricas y los retos de sostenibilidad, se han explorado alternativas al agua potable convencional para concreto, lo cual exige evaluaciones rigurosas del efecto sobre propiedades frescas y endurecidas (Khair et al., 2023).

Figura 4

Composición química del agua



Nota: La molécula de agua está compuesta exclusivamente por dos elementos químicos: hidrógeno y oxígeno, representados por la fórmula H_2O , en la cual dos átomos de hidrógeno se enlazan covalentemente con un átomo de oxígeno. Tomada de “Enciclopedia Concepto” [imagen] Sposob, Gustavo (29 de julio de 2025), <https://concepto.de/wp-content/uploads/2018/02/agua-e1602356705992.png>

2.2.5. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla para concreto se define como el proceso sistemático de determinar las proporciones óptimas de los materiales constituyentes (cemento, agua, agregados finos y gruesos, adiciones y aditivos) con el fin de obtener un concreto que cumpla con los requisitos específicos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y economía para la aplicación prevista. Este proceso contempla tanto el estado fresco (colocación, compactación, acabado) como el estado endurecido (resistencia a compresión, módulo de elasticidad, durabilidad) (Testbook, 2025).

El diseño de mezcla incorpora no solo criterios de desempeño clásico como la relación agua-cemento, sino también variables de sostenibilidad (reducción de huella de carbono, uso de materiales reciclados) y optimización mediante técnicas estadísticas o de aprendizaje automático (Mostafaei, Badarloo, Chamasemani, Rostampour & Lehner, 2023; Vaddeswaram & Poluraju, 2024).

2.2.6. Resistencia del concreto

La resistencia del concreto se define como la capacidad del material concreto endurecido para soportar cargas externas, usualmente de compresión, sin

fallar; constituye uno de los parámetros más relevantes para el diseño estructural, la evaluación de calidad y la durabilidad de los elementos de hormigón (ScienceDirect Topics, 2025).

Específicamente, la resistencia a la compresión del concreto medida típicamente en cilindros o cubos a una edad estándar de 28 días refleja tanto el grado de hidratación del cemento como la calidad del agregado, la dosificación, la relación agua-cemento y las condiciones de curado (SemenMerahPutih, 2024; MDPI, 2024).

Además, investigaciones recientes subrayan que la resistencia del concreto es dependiente del tiempo y de múltiples factores internos (tipo de cemento, proporciones, adiciones) y externos (carbonatación, ciclos húmedo-seco, ataque de sulfatos), lo que afecta su evolución y capacidad de carga a lo largo del servicio de la estructura (Zhang et al., 2023).

2.2.7. Esfuerzo a flexión

Saba et al. (2021) señala que la resistencia a la flexión del concreto, también conocida como esfuerzo a flexión, es la capacidad que tiene una viga o losa de concreto sin refuerzo para resistir la fractura al ser sometida a cargas flexionantes. El módulo de rotura, que cuantifica esta propiedad, suele representar entre el 10 % y 20 % de la resistencia a la compresión, aunque puede variar en función del tipo, tamaño y cantidad de agregado grueso utilizado. No obstante, la manera más precisa de determinar esta resistencia es mediante ensayos de laboratorio específicos para el tipo de mezcla utilizada. En estos ensayos, el módulo de rotura obtenido al aplicar carga en los tercios de una viga suele ser hasta un 15 % menor que el obtenido al cargarla en su punto medio.

2.2.8. Esfuerzo a compresión

El esfuerzo a compresión en losas aligeradas es la carga por unidad de área que actúa perpendicularmente a la sección de concreto, especialmente en la fibra superior de la losa, donde se concentran las fuerzas de aplastamiento originadas por el momento flector. En este tipo de losas, la compresión se desarrolla principalmente en la capa maciza superior del concreto, que funciona como la zona resistente que equilibra la tracción generada en la parte inferior. Por ello, la capacidad de la losa para soportar cargas verticales, evitar deformaciones

excesivas y mantener su comportamiento estructural depende directamente de su resistencia al esfuerzo a compresión (Park & Paulay, 2022).

2.2.9. Esfuerzo a tracción

El esfuerzo a tracción en losas aligeradas es la fuerza por unidad de área que actúa estirando o separando las fibras del concreto, concentrándose principalmente en la fibra inferior de la losa debido a la acción del momento flector. En este tipo de losas, la tracción aparece en las zonas donde el elemento se deforma hacia abajo, generando tensiones que el concreto por sí solo no puede resistir adecuadamente. Por ello, la capacidad de una losa aligerada para evitar fisuración excesiva y garantizar su desempeño estructural depende del refuerzo de acero o de la adición de fibras, que permiten mejorar la resistencia a estos esfuerzos de tracción (Nilson, Darwin & Dolan, 2020).

2.2.10. Tereftalato de Polietileno (PET)

El tereftalato de polietileno (PET) es un polímero termoplástico semicristalino perteneciente a la familia de los poliésteres, obtenido principalmente a partir de la policondensación del ácido tereftálico o su éster dimetílico con etilenglicol. Su estructura molecular permite la formación de regiones amorfas o cristalinas, según las condiciones de procesamiento, lo que le confiere una combinación de transparencia, rigidez y resistencia térmica (Crystallization of Poly(ethylene terephthalate), 2024).

Debido a sus propiedades alta resistencia a la tracción, baja permeabilidad a gases, ligereza y buena estabilidad química, el PET es ampliamente utilizado en envases, fibras textiles, películas plásticas y componentes industriales (Soares Marcelino, de Souza Gomes & Marangoni Júnior, 2025). Sin embargo, su elevada estabilidad química también implica un desafío ambiental, pues este material puede persistir por largos periodos en ecosistemas naturales, contribuyendo a la acumulación de residuos plásticos (Guo, Wu & Wang, 2025). Su incorporación puede mejorar ciertas propiedades como la resistencia a la fisuración y la reducción del peso unitario del concreto, contribuyendo a la sostenibilidad en la construcción (Chen et al., 2024).

2.2.11. Composición Química y Física del Tereftalato de Polietileno (PET)

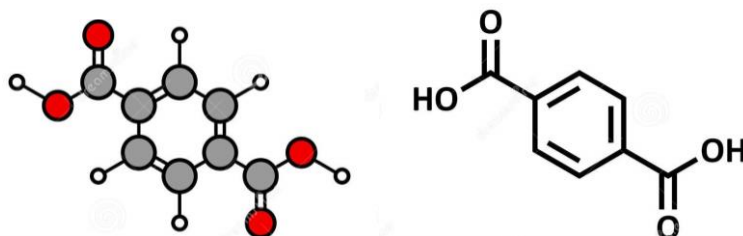
El tereftalato de polietileno (PET) es un polímero termoplástico semicristalino perteneciente a la familia de los poliésteres. Se obtiene a partir de la policondensación del ácido tereftálico o del dimetil tereftalato con etilenglicol, dando lugar a una estructura molecular lineal compuesta por unidades repetitivas $[-O-CH_2-CH_2-O-CO-C_6H_4-CO]_n$, que le confieren rigidez y estabilidad térmica (Guo, Wu, & Wang, 2025).

Desde el punto de vista físico, el PET presenta una composición semicristalina, conformada por regiones amorfas y cristalinas, cuya proporción depende de las condiciones de enfriamiento y del proceso de fabricación. Esta dualidad estructural influye directamente en sus propiedades ópticas, térmicas y mecánicas (Di Lorenzo, 2024).

Su densidad varía entre 1,38 g/cm³ para el estado amorfo y 1,45 g/cm³ en estado altamente cristalino, mientras que la transición vítrea (T_g) se encuentra entre 67 y 81 °C, y su punto de fusión (T_m) oscila entre 240 y 270 °C (Jovanović, 2024). Asimismo, el PET presenta un módulo de Young entre 2.800 y 3.100 MPa, una resistencia a la tracción de 55 a 75 MPa, y una absorción de agua cercana al 0,16 %, lo que evidencia su baja permeabilidad y buena estabilidad química (Sindaoil, 2024).

Figura 5

Composición química del Tereftalato de Polietileno



Nota: El tereftalato de polietileno (PET) es un polímero sintético que se forma a través de una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Tomada de “Dreamstime” [imagen], Dreamstime. (2022), <https://thumbs.dreamstime.com/z/bloque-de-construccion-poliester-polietileno-tereftalato-acido-tereftalico-renderizacion-estilizada-en-d-y-f-formula-191110592.jpg>

2.2.12. El concreto reforzado con fibras

El concreto reforzado con fibras (FRC) es un material compuesto que incorpora, de manera distribuida y aleatoria, fibras de distintos materiales (como acero, vidrio, polipropileno, basalto, entre otras) dentro de la matriz de concreto tradicional. Estas fibras funcionan como refuerzos secundarios que contribuyen a mejorar el comportamiento frente a tensiones, controlar fisuración, aumentar la tenacidad y mejorar la durabilidad del concreto (Mohamed & Zuaiter, 2024; “Fiber reinforced concrete: a state of the art”, 2024).

La incorporación de fibras en el concreto permite mitigar los típicos defectos del concreto convencional como su fragilidad, baja resistencia a tensiones y tendencia a agrietarse al generar un puente entre las microfisuras, retardar la propagación de grietas y favorecer un modo de falla más dúctil (Mohamed & Zuaiter, 2024). Por ejemplo, la revisión integral de estudios realizada por “Fiber reinforced concrete: a state of the art” (2024) señala que la adición de fibras hasta aproximadamente un 1 % en volumen puede mejorar significativamente la resistencia a flexión, la resistencia a tracción por división y la tenacidad, aunque también puede afectar negativamente la trabajabilidad si no se dosifica correctamente.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad ofrecen beneficios adicionales, una revisión sistemática realizada por Manso-Morato et al. (2024) aborda la evaluación del ciclo de vida del concreto reforzado con fibras, mostrando que, si bien la incorporación de fibras puede incrementar el costo inicial y la intensidad de material, también puede alargar la vida útil de la estructura, reducir la necesidad de reparación y por ende disminuir el impacto ambiental asociado al ciclo completo de vida de la obra.

Figura 6

Concreto con adición de fibras PET



Nota: Las fibras sintéticas empleadas en el concreto se elaboran a partir de materiales poliméricos capaces de mantener su estabilidad y resistencia frente al medio alcalino del concreto durante periodos prolongados. Tomada de “360 en concreto” [imagen] 360 en Concreto. (2022, junio), <https://360enconcreto.com/wp-content/uploads/2022/06/fibras2-1024x576.jpg>

2.2.13. Materiales Compuestos

Los materiales compuestos pueden definirse como aquellos materiales formados por la combinación de dos o más fases distintas —generalmente una fase matriz que liga y protege, y una fase de refuerzo que aporta las propiedades mecánicas— de modo que el conjunto posee propiedades que ninguno de los constituyentes por sí solo presenta. (Arulprasanna & Meenakshisundaram, 2024; Tanriverdiyev, 2024). Estos materiales están diseñados para aprovechar la sinergia entre sus componentes y así ofrecer ventajas como mayor relación resistencia-peso, rigidez mejorada, durabilidad superior y, en muchos casos, mejor comportamiento frente al ambiente que los materiales convencionales (Cho Yong, 2024).

2.2.14. Fibras

Las fibras son elementos estructurales alargados, usualmente de alto módulo y resistencia, que se introducen dentro de una matriz de material (por ejemplo concreto, polímero, mortero) con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, especialmente la tenacidad, la resistencia a la tracción, y el control de fisuración. Las fibras pueden ser de origen sintético (como acero, vidrio, polipropileno, basalto) o natural (como fibras vegetales), y su desempeño depende

de características clave como la longitud, diámetro, relación de aspecto, módulo de elasticidad, distribución, orientación y adherencia con la matriz (McKay, Vargas, Yang & Felfel, 2024; “Fiber-reinforced cementitious composites: recent advances and future perspectives on key properties for high-performance design”, 2025).

2.2.15. Trabajabilidad del concreto

Dias et al. (2022) definen la trabajabilidad del concreto como el estado en el que la mezcla presenta una consistencia adecuada después de combinar dos o más componentes, con el objetivo de formar una masa homogénea de concreto fresco. Esta mezcla debe ser fácilmente manipulable, transportable, colocada y compactada sin requerir un esfuerzo excesivo ni provocar segregación, y debe adaptarse correctamente al elemento en el que se va a aplicar.

III METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación para el tema "Efecto de la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia del concreto $F'_{C} = 210$ kg/cm², para emplearse en losas aligeradas" es de carácter **aplicada**, dado que busca utilizar principios, teorías y conocimientos previamente desarrollados en el campo de la ingeniería civil para dar solución a un problema práctico. En este caso, el objetivo es mejorar las propiedades mecánicas del concreto mediante la incorporación de fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas para que pueda ser empleada en losas aligeradas, contribuyendo así al desarrollo de materiales de construcción más sostenibles (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista, 2023; Sampieri & Mendoza, 2022). Según la secuencia temporal, esta investigación es de tipo **longitudinal**, ya que se observa la evolución de los efectos de la adición de fibras de PET recicladas en el concreto a lo largo de un período determinado de observación. Por otro lado, en cuanto al enfoque de los datos, esta investigación **es cuantitativa**, dado que se obtienen y analizan datos numéricos con el propósito de contrastar hipótesis y aplicar métodos estadísticos, permitiendo identificar patrones de comportamiento del concreto y verificar teorías vinculadas con su resistencia a la compresión, tracción y flexión y asentamiento para, considerando de manera particular la incorporación de fibras PET recicladas en su mezcla. Los datos obtenidos fueron analizados mediante procedimientos estadísticos que permiten establecer relaciones objetivas y verificables entre las variables, lo que caracteriza a los estudios de naturaleza cuantitativa. (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista, 2023).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación de esta tesis se enmarca dentro de un diseño experimental puro, debido a que se manipula intencionadamente la variable independiente (porcentaje de fibras de tereftalato de polietileno recicladas) para observar su efecto sobre las propiedades mecánicas del concreto (resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto). La investigación se realiza en un entorno controlado de laboratorio, donde se mantienen constantes las condiciones

de curado, dosificación base y procedimientos de prueba. Se elaboran distintos grupos experimentales con diferentes proporciones de adición de fibras PET, lo que permite establecer comparaciones válidas y confiables entre los resultados obtenidos. Este enfoque metodológico permite determinar con precisión la influencia del PET reciclado en las propiedades mecánicas del concreto. La investigación experimental pura es aquella en la que el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar su efecto sobre una o más variables dependientes, bajo condiciones controladas, y mediante la asignación aleatoria de los tratamientos a los grupos experimentales. Esta modalidad de diseño permite establecer relaciones causales con alto grado de validez interna, debido al control riguroso de los factores externos que podrían afectar los resultados del experimento (Hernández Sampieri et al., 2021).

3.3. Población y Muestra.

Población

La población para esta investigación se conformó por 135 especímenes de concreto, empleados para la resistencia a la compresión, tracción y flexión, dentro de los cuales están considerados los 9 especímenes del concreto patrón y 36 especímenes pertenecientes al concreto experimental con adiciones de fibras PET recicladas en porcentajes: 0.75%, 1.5%, 2% Y 2.5%, de los cuales se emplearon 3 probetas por cada tiempo de curado (7, 14 y 28 días), este valor se repitió para los tres ensayos. Es preciso mencionar que los especímenes para los ensayos de compresión y tracción consistieron en probetas cilíndricas de concreto de 30 cm de alto y 15 cm de diámetro, conforme a lo establecido en la norma técnica ASTM C39/C39M-21 y la Norma Técnica Peruana NTP 339.034:2017. Para el ensayo a flexión se prepararon especímenes prismáticos de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM C78/C78M-22 y la Norma Técnica Peruana NTP 339.039:2017 que tuvieron las dimensiones de: 15cm x 15cm x 53cm formando así probetas rectangulares. Adicional a ello se respetó el procedimiento indicado en la NTP 339.078 donde se indica el método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Muestra

Con referencia a la muestra, esta estuvo conformada por un total de 135 especímenes de concreto, los cuales fueron elaborados para evaluar su comportamiento mecánico en los ensayos de resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión. Dentro de esta muestra se incluyeron 9 especímenes correspondientes al concreto patrón (sin adición de fibras de PET reciclado), y 126 especímenes pertenecientes al concreto experimental, con adición de fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) en cuatro proporciones distintas: 0.75 %, 1.5 %, 2.0 % y 2.5 % del peso del agregado grueso. Para cada dosificación, se elaboraron 3 probetas por cada uno de los tres tiempos de curado considerados (7, 14 y 28 días), lo cual se replicó en los tres tipos de ensayo

El procedimiento seguido para la elaboración de cada muestra consistió, en primer lugar, en fijar firmemente el molde sobre una superficie rígida y nivelada, asegurándose de que tanto el interior como el perímetro del molde se encontraran completamente limpios, libres de residuos y humedad. Posteriormente, el molde fue llenado en tres capas sucesivas de concreto fresco. Cada capa fue compactada aplicando 56 golpes uniformes con una varilla metálica, considerando que la norma establece un golpe por cada 14 cm² de área de la sección transversal del molde. Finalizado el llenado, se procedió a nivelar la superficie superior de la muestra con una llana metálica, eliminando el exceso de material. Transcurridas 24 horas desde el colado, se efectuó el desencofrado de las probetas, las cuales fueron inmediatamente trasladadas al tanque de curado, donde permanecieron sumergidas en agua potable a temperatura controlada (23 ± 2 °C) hasta alcanzar los tiempos establecidos para los respectivos ensayos mecánicos.

Como se puede notar en la presente investigación titulada "Efecto de la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas en la resistencia del concreto $f'c = 210$ kg/cm², para emplearse en losas aligeradas", la población y la muestra coinciden, ya que el estudio se desarrolló a una escala controlada y con un número reducido de especímenes, lo que permite analizar la totalidad de unidades experimentales. Se trabajaron cinco tratamientos correspondientes a los porcentajes de adición de fibras PET recicladas: 0.00%, 0.75%, 1.5%, 2.0% y 2.5%, con tres repeticiones cada uno, y tiempos de curado de 7, 14 y 28 días, lo

que da un total de 135 muestras (probetas y especímenes). De acuerdo con Hernández et al. (2023), Cuando la población de estudio es reducida y totalmente accesible, es posible tratarla de manera simultánea como muestra, sin necesidad de realizar una selección muestral independiente. En ese mismo sentido, en investigaciones experimentales de alcance limitado donde se prioriza la precisión y el control de las mediciones, es pertinente considerar una muestra que incluya la totalidad de la población, ya que ello incrementa la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación, se emplearon como técnicas principales de recolección de datos el análisis documental, la observación directa y la revisión normativa. Con referencia a la técnica de análisis documental se trabajó con el instrumento de revisión documentaria el cual permitió recopilar información teórica y técnica relevante, incluyendo antecedentes científicos y resultados de ensayos de laboratorio, fundamentales para sustentar el enfoque de la investigación y contrastar los hallazgos obtenidos además de trabajar. Además, esta técnica trabajó con la revisión normativa como instrumento de recolección, basándose en las Normas Técnicas Peruanas NTP 339.046; NTP 339.035; 39.034:2017; 339.039:2017 y 339.078, que sirvieron de guía para la determinación de parámetros como la densidad y el asentamiento del concreto. Para la obtención de los datos experimentales, se trabajó con los resultados proporcionados por un laboratorio certificado, lo cual garantizó la validez de los valores registrados. Otra técnica empleada fue la observación, donde se trabajó con el instrumento de formato básico de evaluación de asentamiento del concreto (según norma ASTM C143 / NTP 339.035), a través de la cual se registraron, mediante el sentido de la vista, la etapa experimental de la medición de la trabajabilidad. Asimismo, se utilizó.

En cuanto a la recolección de los agregados, se aplicaron los procedimientos establecidos en las normas técnicas peruanas para la obtención de muestras representativas desde la cantera de Pariahuanca; y para la variable relacionada con las fibras de PET recicladas, se utilizó material recolectado a

través del acopio de botellas plásticas provenientes de recicladores locales, asegurando una muestra representativa del material reciclado utilizado. Esta metodología se fundamenta en criterios establecidos por Hernández et al. (2023), quienes señalan que la elección de las técnicas de investigación debe estar vinculada con la naturaleza del problema estudiado, resaltando la relevancia de ajustar los instrumentos de recolección de datos al tipo de investigación y a los objetivos específicos planteados

3.5. Variables

Variable Independiente

- Contenido de fibras PET recicladas

Variable Dependiente

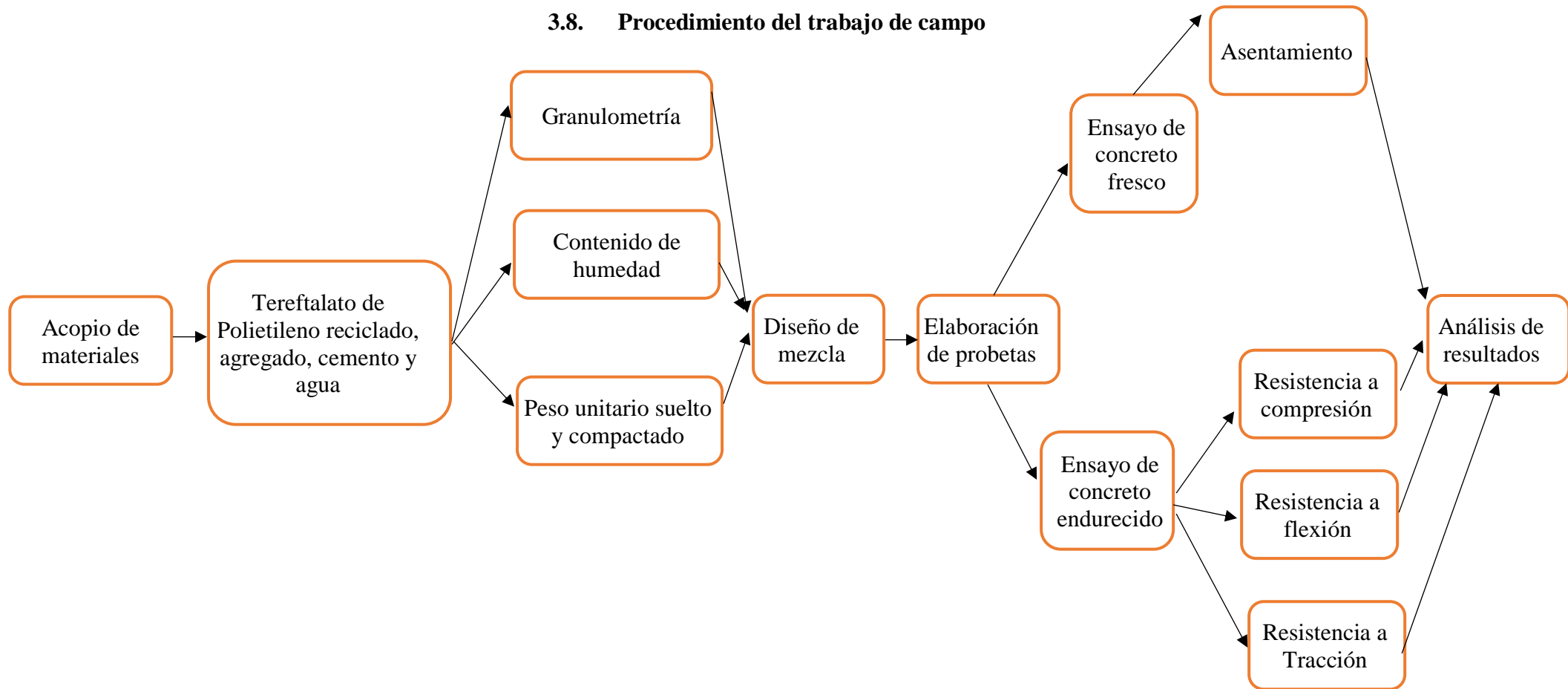
- Propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Contenido de fibras PET recicladas	Las fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas son filamentos obtenidos a partir del reprocesamiento de residuos plásticos posconsumo, principalmente botellas y empaques, mediante procesos de trituración, lavado y extrusión que permiten generar fibras sintéticas adecuadas para el refuerzo de materiales compuestos. Estas fibras presentan elevada resistencia química, estabilidad térmica y buena durabilidad, lo que favorece su interacción con matrices cementicias al reducir la propagación de microfisuras y mejorar la tenacidad y la resistencia post-fisuración del concreto. (Siddique et al., 2021; Awoyera & Adesina, 2020).	Las fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) utilizadas en esta investigación fueron recolectadas a partir de botellas posconsumo, acopiadas mediante colaboración con recicladores locales en la ciudad de Huaraz. Posteriormente, se procedió a un proceso de limpieza y lavado manual para eliminar impurezas superficiales. La transformación del material en fibras se realizó mediante corte mecánico controlado, obteniéndose elementos con dimensiones uniformes previamente definidas: 30 mm de longitud y 1 mm de ancho. Durante el proceso de mezclado del concreto, se aplicaron controles rigurosos para garantizar la homogeneidad en la distribución de las fibras, asegurando así su correcta integración en cada una de las dosificaciones. La observación directa fue la técnica empleada para el registro y verificación de esta variable experimental.	<p>Porcentaje de fibras PET recicladas en la mezcla de concreto</p> <p>Densidad del concreto con fibras PET recicladas</p> <p>Homogeneidad de la distribución de fibras</p>	<p>Porcentaje de fibra reciclada</p> <p>Variación en la densidad</p> <p>Dimensiones de la fibra PET reciclada</p> <p>Uniformidad en la distribución de fibras</p>	<p>Trituradora de botellas PET, cortadora manual, balanza de precisión</p> <p>Mezcladora de concreto, equipo de muestreo</p> <p>Observación directa</p>

<p>Propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$.</p>	<p>Las propiedades mecánicas del concreto comprenden su comportamiento frente a distintos tipos de esfuerzos estructurales, tales como compresión, tracción y flexión, así como parámetros asociados como el módulo de elasticidad y la tenacidad. Estas propiedades dependen de la microestructura del material y de variables como la dosificación, el tipo de agregados, la relación agua/cemento y la adición de fibras o aditivos, factores que influyen directamente en la capacidad del concreto para resistir cargas y deformaciones (Mindess et al., 2020; Mehta & Monteiro, 2023).</p>	<p>La resistencia a la flexión del concreto fué medida mediante el ensayo de flexión en tres puntos de acuerdo con la NTP 339.060, que especifica el procedimiento para determinar la resistencia a la flexión de los concretos. Se utilizarán probetas estándar de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm². La resistencia a la compresión del concreto se determinó mediante el ensayo de compresión aplicado a especímenes cilíndricos, siguiendo los procedimientos establecidos en la NTP 339.033 y de manera complementaria, en la norma internacionales ASTM C39. Para este ensayo se emplearon cilindros de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. La resistencia a la tracción simple del concreto se determina mediante el ensayo directo de tracción siguiendo los lineamientos de las NTP y procedimientos internacionales como la ASTM C307 y ASTM C496. Para este ensayo se moldearon especímenes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Todos estos valores fueron tomados mediante la técnica de análisis documentario ya que los valores fueron proporcionados por los laboratorios donde se ensayaron los especímenes</p>	<p>Resistencia a la flexion</p>	<p>Valor máximo de carga soportada, resistencia a la flexion, compresión y tracción</p>	<p>Prensa de ensayo universal, extensómetros, probetas estándar, sistemas de registro de datos</p>
			<p>Resistencia a la compresión</p>		
			<p>Resistencia a la tracción simple</p>		
			<p>Asentamiento</p>	<p>Altura de asentamiento (cm o plg)</p>	<p>Cono de Abrans y herramientas manuales</p>

3.8. Procedimiento del trabajo de campo



Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para evaluar el asentamiento del concreto, se aplicó la prueba de revenimiento siguiendo la NTP 339.035 y la ASTM C143/C143M, registrando la medida en centímetros para cada tratamiento. Los datos fueron organizados en tablas y procesados mediante estadística descriptiva, permitiendo comparar la trabajabilidad entre las mezclas.

En lo que respecta a los ensayos de resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, las probetas fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días de curado, conforme a los lineamientos establecidos por las normas técnicas nacionales e internacionales vigentes, específicamente: NTP 339.078, ASTM C39/C39M-21 (compresión), NTP 339.034:2017, ASTM C78/C78M-22, NTP 339.039:2017 (flexión), así como NTP 339.046 y NTP 339.035 (tracción indirecta). Todos los ensayos fueron realizados utilizando una máquina universal de ensayos debidamente calibrada.

Los resultados obtenidos fueron procesados inicialmente en Microsoft Excel para su organización y posterior análisis estadístico en el software IBM SPSS Statistics. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos evaluados, correspondientes a los diferentes porcentajes de adición de fibras PET recicladas: 0 %, 0.75 %, 1.50 %, 2.00 % y 2.50 %. Posteriormente, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, con el fin de identificar específicamente cuáles tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí, así como determinar cuál de ellos evidenció el mejor comportamiento estructural en términos de resistencia a la compresión y a la flexión.

IV RESULTADOS

4.1 Respecto Del Objetivo Específico 1:

Se adquirió el agregado de la cantera de Pariahuanca, distrito de Pariahuanca provincia de Carhuaz, de esta cantera obtendremos: 1,034 Kg de agregado grueso y 744 kg de agregado fino. También se empleó 367 kg/m^3 de cemento tipo I y 207 lt/m^3 de agua aproximadamente.

Diseño De Mezcla Según ACI 211

El diseño fue realizado para un concreto de resistencia 210 kg/cm^2 se tuvo en cuenta parámetros importantes como la trabajabilidad y resistencia, con estos parámetros se buscó también reducir los costos.

Teniendo los datos del laboratorio sobre las propiedades y características de los materiales (Agregado Fino y Agregado Grueso), así como teniendo en cuenta las propiedades del cemento dados por él fabricante se procedió a realizar el diseño de mezcla.

Características del cemento:

Cemento sol: tipo I

peso específico: 3.11 gr/cm^3 y

peso unitario suelto: 1500 kg/m^3

características generales

Resistencia Req. en obra ($f'c$):	210	Kg/cm ²
Resistencia Req. Para diseño ($f'cp$):	294	Kg/cm ²
Tamaño máximo del agregado:	3/4"	
Asentamiento:	2"- 4"	
Agua de mezclado:	196.00lt/m ³	

Cálculo de aire atrapado: en base a la tabla que relaciona los tamaños máximos nominales del agregado con el porcentaje de aire atrapado.

Se determinó

Porc. De aire atrapado: 2.00 %

Contenido del agua: En base a la tabla del volumen unitario de agua para el método del ACI, tenemos:

$$a = 196 \text{ lt/m}^3$$

Obtención de la relación Agua – Cemento

Teniendo en cuenta $f'c = 284 \text{ Kg/cm}^2$

Y según tabla relación agua cemento por resistencia

$$\text{Relación Agua – Cemento} = 0.48$$

Contenido de cemento requerido:

$$\text{Cemento} = \frac{195.98}{0.48} = 408.3 \text{ Kg}$$

$$\text{Factor cemento} = 9.61 \text{ Bolsas /m}^3$$

Determinación del agregado grueso: empleando la tabla de peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

$$\text{Peso a. g.} = \frac{b}{b_0} * \text{Peso u. s. c.}$$

$$\text{Peso a. g.} = 0.50 * 1556$$

$$\text{Peso a. g.} = 771.90 \text{ Kg}$$

Resultados para cálculo de Volumen absoluto:

$$\text{aire} = 2 \%$$

$$\text{agua} = 196 \text{ lt}$$

$$\text{Cemento} = 408.33 \text{ kg}$$

$$\text{Peso a. grueso} = 771.90 \text{ kg}$$

Volúmenes absolutos:

- $$\text{Cemento} = \frac{408.33 \text{ kg}}{3.11 * 100}$$
$$\text{Cemento} = 0.13 \text{ m}^3$$
- $$\text{Agua} = \frac{196.00}{1000.00}$$
$$\text{Agua} = 0.19 \text{ kg}$$
- $$\text{Aire} = \frac{2.00}{100.00}$$
$$\text{Aire} = 0.02 \text{ m}^3$$
- $$\text{Vol. a. grueso} = \frac{771.90 \text{ kg}}{2620.00 \text{ kg/m}^3}$$
$$\text{Vol. a. grueso} = 0.29 \text{ m}^3$$
- $$\text{Vol. A. fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.63$$
$$\text{Vol. A. fino} = 0.37 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso a. fino} = 0.37 * 2630$$

$$\text{Peso a. fino} = 968.70 \text{ kg}$$

Diseño en estado seco

$$\text{Cemento} = 408.33 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 968.70 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 771.90 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 196 \text{ lt}$$

Corrección por humedad de los agregados $Corrección = \text{Peso seco} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$

$$\text{Agregado fino} = 968.70 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{968.70 * (2.41 + 1)}{100}$$

Agregado fino= 992.05 kg

Agregado grueso= $771.90 * \frac{(0.44 + 1)}{100}$

Agregado grueso= 775.30 kg

Aporte de agua a la mezcla $\frac{(\%w - \%abs) * \text{agregado seco}}{100}$

Agregado fino= $\frac{(2.41 - 1.85) * 992.05}{100.00}$

Agregado fino= 5.56 lt

Agregado grueso= $\frac{(0.44 - 0.86) * 775.30}{100.00}$

Agregado grueso= 2.04 lt

Agua efectiva

Agua efec = 196.00 lt - 7.60 lt

Agua efec = 188.40 lt

Proporcionamiento del diseño:

Cemento 408.33 kg

A. Fino 992.05 kg

A. Grueso 775.30 kg

Agua 188.40 lt

Dividiendo entre la cantidad de cemento

Cemento 1.00 kg

A. Fino 2.43 kg

A. Grueso 1.90 kg

Agua 19.61 lt

Proporciones del diseño: 1.00 2.43 1.90 19.61

Tabla 1

Proporciones del diseño

Cemento	A. fino	A. grueso	Agua
1.00	2.43	1.90	19.61

Nota: En la tabla se muestra las proporciones de diseño de mezcla

Para determinar la dosificación de los tratamientos con adición de 0.00% (muestra patrón), T1: 0.75%, T2: 1.50%, T3: 2.00% y T4: 2.50% de tereftalato de polietileno se tuvo en cuenta que el reemplazo del PET reciclado fue con el agregado grueso de la siguiente manera:

Pesos de los materiales por m³ de concreto para el concreto patrón

Cemento	408.3 Kg/m ³
Agua de mezclado	188.4 Kg/m ³
Agregado grueso (seco)	775.3 Kg/m ³
Agregado fino (seco)	992.1 Kg/m ³
Peso total del colado	2364.1 Kg/m ³

Pesos de los materiales por m³ de concreto para el concreto con 0.75% de adición de tereftalato de polietileno reciclado:

Cemento	408.30 Kg/m ³
Agua de mezclado	188.40 Kg/m ³
Agregado grueso (seco)	769.49 Kg/m ³
PET reciclado	5.81 Kg/m ³
Agregado fino (seco)	992.10 Kg/m ³

Pesos de los materiales por m³ de concreto para el concreto con 1.50% de adición de tereftalato de polietileno reciclado:

Cemento	408.30 Kg/m ³
Agua de mezclado	188.40 Kg/m ³
Agregado grueso (seco)	763.67 Kg/m ³
PET reciclado	11.63 Kg/m ³
Agregado fino (seco)	992.10 Kg/m ³

Pesos de los materiales por m³ de concreto para el concreto con 2.00% de adición de tereftalato de polietileno reciclado:

Cemento	408.30 Kg/m ³
Agua de mezclado	188.40 Kg/m ³
Agregado grueso (seco)	759.79 Kg/m ³
PET reciclado	15.51 Kg/m ³
Agregado fino (seco)	992.10 Kg/m ³

Pesos de los materiales por m³ de concreto para el concreto con 2.50% de adición de tereftalato de polietileno reciclado:

Cemento	408.30 Kg/m ³
Agua de mezclado	188.40 Kg/m ³
Agregado grueso (seco)	755.92 Kg/m ³
PET reciclado	19.38 Kg/m ³
Agregado fino (seco)	992.10 Kg/m ³

4.2 Respecto del objetivo específico 2:

Para la determinación del asentamiento de la mezcla para las muestras testigo se empleó 0.9 m³ de mezcla de concreto patrón y para la determinación del revenimiento de mezcla para las muestras de los tratamientos, se empleó 4 m³ de mezcla de concreto con la adición de las fibras de tereftalato de polietileno recicladas (concreto experimental).

Tabla 2

Valores de asentamiento obtenido en el concreto fresco

Nº	Fecha De Vaciado	Tipo de Muestra	Asentamiento (pulg)
1	07/12/2022	Patrón	3"
2	07/12/2022	Patrón	3 1/2"
3	07/12/2022	Patrón	3 1/2"
4	08/12/2022	0.75%	3"
5	08/12/2022	0.75%	3"
6	08/12/2022	0.75%	3"
7	09/12/2022	1.50%	2 1/2"
8	09/12/2022	1.50%	2"

9	09/12/2022	1.50%	2 1/2"
10	10/12/2022	2.00%	2"
11	10/12/2022	2.00%	2"
12	10/12/2022	2.00%	2"
13	15/12/2022	2.50%	1 1/2"
14	15/12/2022	2.50%	1 1/2"
15	15/12/2022	2.50%	1 3/8"

Nota: En la tabla se muestra que el asentamiento del concreto disminuyó progresivamente con el incremento del PET reciclado. El concreto patrón mostró un asentamiento de 3½", mientras que con 0,75 % de PET se redujo a 3", sin comprometer la trabajabilidad. Con 1,50 %, se registró entre 2" y 2½", indicando una trabajabilidad moderada. Al 2,00 %, se estabilizó en 2", y con 2,50 %, alcanzó entre 1¾" y 1½", evidenciando rigidez. Esta reducción se asocia al aumento de fricción interna por la presencia de fibras. A partir del 1,50 % se recomienda el uso de aditivos para conservar la manejabilidad, especialmente en elementos como losas aligeradas.

4.3 Respecto del objetivo específico 3:

Con el objetivo de determinar la dosificación óptima de concreto reforzado con fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) para su aplicación en losas aligeradas, se evaluaron cinco proporciones de adición: 0,00 % (grupo testigo), 0,75 % (T1), 1,50 % (T2), 2,00 % (T3) y 2,50 % (T4), calculadas en función del peso del agregado grueso. Para cada dosificación, se analizaron las propiedades mecánicas del material mediante ensayos normalizados de resistencia a la compresión, flexión y tracción indirecta. Cabe señalar que, en el caso específico de las losas aligeradas, los esfuerzos predominantes en servicio corresponden principalmente a compresión y flexión, mientras que los esfuerzos de tracción son, en su mayoría, absorbidos por los elementos de apoyo estructural. En este contexto, la evaluación de la resistencia a la tracción indirecta adquiere un carácter complementario, orientado a valorar el comportamiento integral del concreto y su capacidad para resistir fisuración bajo cargas de servicio.

Resultados del ensayo a compresión

Tabla 3

Resultados del ensayo a compresión del concreto patrón

Concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	compresión máxima (kg/cm²)	$f'c$ de diseño
1	03/10/2025	10/10/2025	7	158	210
2	03/10/2025	10/10/2025	7	157	210
3	03/10/2025	10/10/2025	7	158	210
4	03/10/2025	17/10/2025	14	188	210
5	03/10/2025	17/10/2025	14	188	210
6	03/10/2025	17/10/2025	14	189	210
7	03/10/2025	31/10/2025	28	223	210
8	03/10/2025	31/10/2025	28	225	210
9	03/10/2025	31/10/2025	28	225	210

Nota: En la tabla se muestra que el concreto patrón mostró un desarrollo progresivo de resistencia a la compresión, alcanzando 224 kg/cm^2 a los 28 días, superando la $f'c$ de diseño (210 kg/cm^2). Este comportamiento valida la eficacia del diseño de mezcla, lo que confirma que la mezcla base cumple y sobrepasa los requisitos del diseño estructural.

Tabla 4

Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	compresión máxima (kg/cm²)	$f'c$ de diseño
1	03/10/2025	10/10/2025	7	158	210
2	03/10/2025	10/10/2025	7	158	210
3	03/10/2025	10/10/2025	7	159	210
4	03/10/2025	17/10/2025	14	185	210
5	03/10/2025	17/10/2025	14	184	210
6	03/10/2025	17/10/2025	14	184	210
7	03/10/2025	31/10/2025	28	230	210
8	03/10/2025	31/10/2025	28	230	210
9	03/10/2025	31/10/2025	28	233	210

Nota: En la tabla se muestra que la adición del 0.75 % de fibras PET recicladas no altera la resistencia a compresión a 7 y 14 días, manteniéndose comparable al concreto patrón. Sin embargo, a los 28 días alcanza 231 kg/cm^2 , con un incremento del 3 %. Este comportamiento sugiere una mejora leve en el desempeño mecánico a largo plazo, sin comprometer el desarrollo inicial de resistencia.

Tabla 5

Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	compresión máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	04/10/2025	11/10/2025	7	159	210
2	04/10/2025	11/10/2025	7	159	210
3	04/10/2025	11/10/2025	7	160	210
4	04/10/2025	18/10/2025	14	189	210
5	04/10/2025	18/10/2025	14	190	210
6	04/10/2025	18/10/2025	14	190	210
7	04/10/2025	01/11/2025	28	236	210
8	04/10/2025	01/11/2025	28	237	210
9	04/10/2025	01/11/2025	28	238	210

Nota: En la tabla se muestra que la adición del 1.50 % de fibras PET recicladas mantiene la resistencia inicial del concreto, con resultados comparables al patrón a los 7 y 14 días. A los 28 días, alcanza 237.00 kg/cm², reflejando un incremento del 5.72 %. Esta dosificación mejora la capacidad resistente a largo plazo sin comprometer el desempeño temprano, siendo estructuralmente viable.

Tabla 6

Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	compresión máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	04/10/2025	11/10/2025	7	160	210
2	04/10/2025	11/10/2025	7	160	210
3	04/10/2025	11/10/2025	7	161	210
4	04/10/2025	18/10/2025	14	192	210
5	04/10/2025	18/10/2025	14	193	210
6	04/10/2025	18/10/2025	14	193	210
7	04/10/2025	01/11/2025	28	245	210
8	04/10/2025	01/11/2025	28	243	210
9	04/10/2025	01/11/2025	28	242	210

Nota: En la tabla se muestra que la adición del 2.00 % de fibras PET recicladas mejora la resistencia a compresión a todas las edades, alcanzando 243.33 kg/cm² a los 28 días (+8.47 %). Esta dosificación optimiza el desempeño mecánico sin afectar el desarrollo temprano de resistencia. Se consolida como una alternativa eficaz y estructuralmente favorable previa al nivel óptimo del 2.50 %.

Tabla 7

Resultados del ensayo a compresión del concreto con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	compresión máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	06/10/2025	13/10/2025	7	162	210
2	06/10/2025	13/10/2025	7	164	210
3	06/10/2025	13/10/2025	7	164	210
4	06/10/2025	20/10/2025	14	200	210
5	06/10/2025	20/10/2025	14	202	210
6	06/10/2025	20/10/2025	14	202	210
7	06/10/2025	03/11/2025	28	250	210
8	06/10/2025	03/11/2025	28	251	210
9	06/10/2025	03/11/2025	28	252	210

Nota: En la tabla se muestra que la dosificación con 2.50 % de fibras PET recicladas evidenció el mayor incremento en resistencia a la compresión, alcanzando 251.00 kg/cm² a los 28 días, lo que representa un 11.92 % por encima del concreto patrón. Esta mejora fue constante en todas las edades evaluadas.

Tabla 8

Cuadro comparativo de los ensayos a compresión

Dosificación de PET	f'c Diseño (kg/cm ²)	Edad (días)	Prom. f'c (kg/cm ²)	Incremento respecto al patrón (%)
Concreto patrón	210	7	157.67	—
		14	188.33	—
		28	224.33	—
PET 0.75 %	210	7	158.33	+0.42 %
		14	184.33	-2.12 %
		28	231.00	+2.97 %
PET 1.50 %	210	7	159.33	+1.05 %
		14	189.67	+0.71 %
		28	237.00	+5.72 %
PET 2.00 %	210	7	160.33	+1.69 %
		14	192.67	+2.30 %
		28	243.33	+8.47 %
PET 2.50 %	210	7	163.33	+3.60 %
		14	201.33	+6.91 %
		28	251.00	+11.92 %

Nota: En la tabla se muestra que la adición progresiva de fibras PET recicladas mejora la resistencia a la compresión del concreto, destacando incrementos a los 28 días. Las dosificaciones de 0.75 % y 1.50 % muestran mejoras moderadas, mientras que con 2.50 % se alcanza un aumento del 11.92 % (251 kg/cm²), consolidando esta proporción como la más eficiente.

Resultados del ensayo a tracción

Tabla 9*Resultados del ensayo a tracción del concreto patrón*

Concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^3$					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	Tracción máxima (kg/cm²)	$f'c$ de diseño
1	03/10/2025	10/10/2025	7	15.00	210
2	03/10/2025	10/10/2025	7	14.50	210
3	03/10/2025	10/10/2025	7	14.50	210
4	03/10/2025	17/10/2025	14	17.50	210
5	03/10/2025	17/10/2025	14	17.50	210
6	03/10/2025	17/10/2025	14	18.00	210
7	03/10/2025	31/10/2025	28	22.00	210
8	03/10/2025	31/10/2025	28	22.00	210
9	03/10/2025	31/10/2025	28	21.60	210

Nota: En la tabla se muestra que el concreto patrón mostró una evolución progresiva en la resistencia a tracción, alcanzando a los 28 días un valor promedio de 21.87 kg/cm², consistente con su $f'c$ de 210 kg/cm².

Tabla 10*Resultados del ensayo a tracción del concreto con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%*

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	tracción máxima (kg/cm²)	$f'c$ de diseño
1	03/10/2025	10/10/2025	7	14.50	210
2	03/10/2025	10/10/2025	7	14.50	210
3	03/10/2025	10/10/2025	7	15.00	210
4	03/10/2025	17/10/2025	14	18.00	210
5	03/10/2025	17/10/2025	14	18.00	210
6	03/10/2025	17/10/2025	14	17.50	210
7	03/10/2025	31/10/2025	28	22.50	210
8	03/10/2025	31/10/2025	28	22.60	210
9	03/10/2025	31/10/2025	28	23.00	210

Nota: En la tabla se muestra que adición del 0.75 % de fibras PET recicladas no altera la resistencia a tracción en edades tempranas (7 y 14 días), manteniéndose en niveles comparables al concreto patrón. Sin embargo, a los 28 días se observa un incremento cercano al 4 %, alcanzando aproximadamente 22.70 kg/cm².

Tabla 11

Resultados del ensayo a tracción del concreto con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%

Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	tracción máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	04/10/2025	11/10/2025	7	15.80	210
2	04/10/2025	11/10/2025	7	15.50	210
3	04/10/2025	11/10/2025	7	15.00	210
4	04/10/2025	18/10/2025	14	18.50	210
5	04/10/2025	18/10/2025	14	18.00	210
6	04/10/2025	18/10/2025	14	18.00	210
7	04/10/2025	01/11/2025	28	22.50	210
8	04/10/2025	01/11/2025	28	22.00	210
9	04/10/2025	01/11/2025	28	21.90	210

Nota: En la tabla se muestra que la adición del 1.50% de fibras PET recicladas incrementa la resistencia a tracción en todas las edades, con un aumento destacado del 5.18% a los 7 días (15.43 kg/cm²). A los 14 y 28 días, los valores alcanzan 18.17 kg/cm² (+2.83%) y 22.13 kg/cm² (+1.19%), respectivamente.

Tabla 12

Resultados del ensayo a tracción del concreto con adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%

Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	tracción máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	04/10/2025	11/10/2025	7	16.00	210
2	04/10/2025	11/10/2025	7	16.50	210
3	04/10/2025	11/10/2025	7	16.00	210
4	04/10/2025	18/10/2025	14	18.90	210
5	04/10/2025	18/10/2025	14	19.00	210
6	04/10/2025	18/10/2025	14	19.20	210
7	04/10/2025	01/11/2025	28	24.00	210
8	04/10/2025	01/11/2025	28	23.50	210
9	04/10/2025	01/11/2025	28	23.50	210

Nota: En la tabla se muestra que la adición del 2.00% de fibras PET recicladas mejora consistentemente la resistencia a la tracción del concreto, con incrementos de 10.22% a los 7 días (16.17 kg/cm²), 7.69% a los 14 días (19.03 kg/cm²) y 8.22% a los 28 días (23.67 kg/cm²).

Tabla 13

Resultados del ensayo a tracción del concreto con adición de tereftalato de

polietileno reciclado al 2.50%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%					
Nº	fecha de vaciado	fecha de rotura	edad (días)	tracción máxima (kg/cm²)	f'c de diseño
1	06/10/2025	13/10/2025	7	15.80	210
2	06/10/2025	13/10/2025	7	16.00	210
3	06/10/2025	13/10/2025	7	16.00	210
4	06/10/2025	20/10/2025	14	19.50	210
5	06/10/2025	20/10/2025	14	19.00	210
6	06/10/2025	20/10/2025	14	19.50	210
7	06/10/2025	03/11/2025	28	24.50	210
8	06/10/2025	03/11/2025	28	24.50	210
9	06/10/2025	03/11/2025	28	25.00	210

Nota: En la tabla se muestra que la adición del 2.50 % de PET reciclado incrementa progresivamente la resistencia a tracción del concreto: 8.60 % a los 7 días (15.93 kg/cm²), 9.39 % a los 14 días (19.33 kg/cm²) y 12.82 % a los 28 días (24.67 kg/cm²), esta dosificación representa el punto óptimo.

Tabla 14

Tabla comparativa de resistencia a la tracción indirecta del concreto con diferentes porcentajes de PET reciclado

Dosificación de PET	f'c Diseño (kg/cm²)	Edad (días)	Prom. tracción (kg/cm²)	Variación respecto al patrón (%)
Concreto patrón	210	7	14.67	—
		14	17.67	—
		28	21.87	—
PET 0.75 %	210	7	14.67	±0.00 %
		14	17.83	+0.90 %
		28	22.70	+3.78 %
PET 1.50 %	210	7	15.43	+5.18 %
		14	18.17	+2.83 %
		28	22.13	+1.19 %
PET 2.00 %	210	7	16.17	+10.22 %
		14	19.03	+7.69 %
		28	23.67	+8.22 %
PET 2.50 %	210	7	15.93	+8.60 %
		14	19.33	+9.39 %
		28	24.67	+12.82 %

Nota: En la tabla se muestra que la adición de fibras de PET reciclado mejora la resistencia a tracción indirecta del concreto, con incrementos del 8.22 % (2.00 %) y 12.82 % (2.50 %) a los 28 días. Aunque el 0.75 % muestra efecto marginal, el 2.50 % se consolida como la dosificación óptima, al potenciar la tenacidad, controlar microfisuras y mejorar la durabilidad.

Resultados del ensayo a flexión: Se llevó a cabo el ensayo de resistencia a la flexión tanto en el concreto patrón como en las mezclas experimentales modificadas con diferentes porcentajes de fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET). El objetivo fue evaluar el efecto de dicha adición sobre el comportamiento flexural del material y determinar su viabilidad estructural para su aplicación en losas aligeradas.

Tabla 15

Resistencia a flexión (kg/cm²) de probetas del concreto patrón

Concreto patrón f'c= 210 kg/cm³					
Nº	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Flexión máxima (kg/cm²)	f'c de diseño
1	07/12/2022	14/12/2022	7	13.50	210
2	07/12/2022	14/12/2022	7	14.00	210
3	07/12/2022	14/12/2022	7	14.00	210
4	07/12/2022	21/12/2022	14	16.54	210
5	07/12/2022	21/12/2022	14	16.55	210
6	07/12/2022	21/12/2022	14	16.50	210
7	30/11/2022	28/12/2022	28	21.30	210
8	30/11/2022	28/12/2022	28	21.20	210
9	30/11/2022	28/12/2022	28	21.30	210

Nota: En la tabla se muestra que el concreto patrón presentó un desarrollo progresivo de la resistencia a la flexión, con 13.83 kg/cm² a los 7 días, equivalente al 65.9 % del valor a 28 días. A los 14 días, la resistencia aumentó a 16.53 kg/cm² (+19.5 %), reflejando una evolución mecánica coherente con el curado estándar. Finalmente, a los 28 días, se alcanzó un valor medio de 21.27 kg/cm², considerado referencia normativa (ACI 318, 2019) para evaluar el desempeño flexural del concreto. Estos resultados sirven como parámetro base para valorar los efectos de la incorporación de fibras PET recicladas.

Tabla 16

Resistencia a flexión (kg/cm²) de probetas del concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 0.75%

Nº	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Flexión máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	08/12/2022	15/12/2022	7	14.50	210
2	08/12/2022	15/12/2022	7	14.40	210
3	08/12/2022	15/12/2022	7	14.50	210
4	08/12/2022	22/12/2022	14	17.00	210
5	08/12/2022	22/12/2022	14	17.50	210
6	08/12/2022	22/12/2022	14	17.30	210
7	01/12/2022	29/12/2022	28	22.20	210
8	01/12/2022	29/12/2022	28	22.20	210
9	01/12/2022	29/12/2022	28	22.10	210

Nota: En la tabla se muestra que el concreto modificado con 0.75 % de fibras PET recicladas mostró una evolución positiva en la resistencia a la flexión. A los 7 días, alcanzó 14.47 kg/cm², superando al patrón en 4.6 %, con variabilidad mínima (14.40–14.50 kg/cm²). A los 14 días, obtuvo 17.27 kg/cm² (+4.5 %), evidenciando mayor capacidad para resistir esfuerzos flexurales. A los 28 días, alcanzó 22.17 kg/cm², con un incremento del 4.2 % respecto al patrón. Este comportamiento refleja un aumento sostenido del 53.2 % desde los 7 días, confirmando que dosis bajas de PET mejoran la tenacidad sin comprometer la calidad del concreto.

Tabla 17

Resistencia a flexión (kg/cm²) de probetas del concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 1.50%

Nº	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Flexión máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	09/12/2022	15/12/2022	7	18.00	210
2	09/12/2022	15/12/2022	7	17.80	210
3	09/12/2022	15/12/2022	7	18.00	210
4	09/12/2022	23/12/2022	14	19.50	210
5	09/12/2022	23/12/2022	14	19.30	210
6	09/12/2022	23/12/2022	14	19.20	210
7	02/12/2022	30/12/2022	28	23.50	210
8	02/12/2022	30/12/2022	28	23.45	210
9	02/12/2022	30/12/2022	28	23.50	210

Nota: En la tabla se muestra que para el concreto con 1.50 % de fibras PET recicladas evidenció mejoras significativas en resistencia a la flexión frente al concreto patrón. A los 7 días alcanzó 17.93 kg/cm², con un incremento del 29.6 % respecto al patrón (13.83 kg/cm²) y del 24 % frente al 0.75 % PET (14.47 kg/cm²). A los 14 días, obtuvo

19.33 kg/cm² (+17 % vs. patrón), y a los 28 días, 23.48 kg/cm², superando en 10.4 % al concreto base y en 5.9 % al 0.75 % PET. Este comportamiento refleja una mejora estructural sostenida atribuida a la acción de las fibras como refuerzo interno eficaz.

Tabla 18

Resistencia a flexión (kg/cm²) de probetas del concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.00%					
Nº	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Flexión máxima (kg/cm²)	f'c de diseño
1	10/12/2022	17/12/2022	7	18.70	210
2	10/12/2022	17/12/2022	7	18.50	210
3	10/12/2022	17/12/2022	7	18.70	210
4	10/12/2022	24/12/2022	14	19.90	210
5	10/12/2022	24/12/2022	14	20.00	210
6	10/12/2022	24/12/2022	14	20.00	210
7	02/12/2022	31/12/2022	28	24.00	210
8	02/12/2022	31/12/2022	28	24.15	210
9	02/12/2022	31/12/2022	28	24.00	210

Nota: En la tabla se muestra que el concreto con 2.00 % de fibras recicladas de PET evidenció el mejor desempeño flexural dentro del rango evaluado. A los 7 días alcanzó 18.63 kg/cm², con un incremento del 34.7 % respecto al patrón (13.83 kg/cm²) y del 3.9 % frente al 1.50 % PET (17.93 kg/cm²). A los 14 días, obtuvo 19.97 kg/cm² (+20.8 % vs. patrón), y a los 28 días, registró 24.05 kg/cm², superando en 13.1 % al concreto base y en 2.4 % al 1.50 % PET. Este comportamiento confirma que dicha dosificación proporciona mayor tenacidad, control de microfisuras y absorción de energía, lo que la convierte en una opción altamente eficiente para elementos estructurales solicitados a flexión, como losas aligeradas.

Tabla 19

Resistencia a flexión (kg/cm²) de probetas del concreto experimental con la adición del tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%

Concreto con la adición de tereftalato de polietileno reciclado al 2.50%

Nº	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Flexión máxima (kg/cm ²)	f'c de diseño
1	15/12/2022	22/12/2022	7	19.50	210
2	15/12/2022	22/12/2022	7	19.30	210
3	15/12/2022	22/12/2022	7	19.30	210
4	15/12/2022	29/12/2022	14	20.50	210
5	15/12/2022	29/12/2022	14	20.50	210
6	15/12/2022	29/12/2022	14	20.70	210
7	08/12/2022	05/01/2023	28	26.00	210
8	08/12/2022	05/01/2023	28	25.50	210
9	08/12/2022	05/01/2023	28	26.00	210

Nota: En la tabla se muestra que la adición del 2,50 % de fibras PET recicladas proporcionó el mayor incremento en la resistencia a la flexión del concreto en todas las edades. A los 7 días, alcanzó 19,37 kg/cm² (+40,0 % respecto al patrón), superando también al 2,00 % PET (+4,0 %). A los 14 días, logró 20,57 kg/cm², con un incremento del 24,4 % frente al patrón y 3,0 % respecto al 2,00 %. A los 28 días, registró 25,83 kg/cm², el valor máximo de la serie, con un aumento del 21,5 % frente al patrón (21,27 kg/cm²) y del 7,4 % sobre el 2,00 %. Este comportamiento confirma que el 2,50 % representa el límite óptimo de adición, mejorando la ductilidad, la tenacidad y el control de fisuración en elementos sometidos a flexión como las losas aligeradas.

Tabla 20

Tabla comparativa del ensayo de resistencia a flexión:

Edad (días)	Patrón (kg/cm ²)	PET 0,75 %	PET 1,50 %	PET 2,00 %	PET 2,50 %	Incremento vs patrón (%)
7	13,83	14,47	17,93	18,63	19,37	+40,0 %
14	16,53	17,27	19,33	19,97	20,57	+24,4 %
28	21,27	22,17	23,48	24,05	25,83	+21,5 %

Nota: En la tabla se muestra que la adición progresiva de fibras PET recicladas hasta un 2,50 % mejora consistentemente la resistencia a la flexión del concreto, alcanzando un aumento del 21,5 % a los 28 días (25,83 kg/cm² frente a 21,27 kg/cm² del patrón). Este refuerzo actúa eficazmente como puente de microfisuras, redistribuyendo tensiones y favoreciendo un comportamiento más dúctil. No obstante, dosificaciones superiores al 2,50 % podrían comprometer la trabajabilidad y homogeneidad de la mezcla, generando vacíos o segregación. En este sentido, el 2,50 % se consolida como el umbral técnico óptimo para mejorar el desempeño flexural del concreto sin detrimento de otras propiedades esenciales en elementos estructurales como losas aligeradas.

4.4 Respecto del objetivo específico 4:

Se generó datos del análisis de varianza para posteriormente determinar cuál de los tratamientos es el más óptimo en lo que a resistencia a compresión y flexión se refiere. Puesto que estas dos resistencias permiten evaluar el desempeño de las losas aligeradas frente a las solicitaciones reales de servicio. Un concreto adecuadamente diseñado y mejorado con fibras PET puede incrementar su capacidad mecánica y garantizar un comportamiento estructural más seguro y eficiente.

Análisis de varianza para en ensayo a compresión

Tabla 21

Tabla de datos para el análisis de varianza para los ensayos de compresión:

Compresión Máxima (Kg/cm ²)	Días			
	7	14	28	
0	158	188	223	
	157	188	225	1711
	158	189	225	
	473	565	673	
0.75%	158	158	230	
	158	158	230	1643
	159	159	233	
	475	475	693	
1.50%	159	189	236	
	159	190	237	1758
	160	190	238	
	478	569	711	
2.00%	160	192	245	
	160	193	243	1789
	161	193	242	
	481	578	730	
2.50%	162	200	250	
	164	202	251	1847
	164	202	252	
	490	604	753	
	2397	2791	3560	8748

Nota: En la tabla se muestra los valores de compresión máxima del concreto, evaluados a los 7, 14 y 28 días con adiciones de PET reciclado del 0 % al 2.50 %, mostraron incrementos consistentes conforme aumentó la dosificación. Cada caso fue replicado tres veces, asegurando la fiabilidad experimental. El análisis de varianza (ANOVA) confirmó diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Este resultado valida que el efecto del PET sobre la resistencia compresiva es sistemático y no aleatorio.

Tabla 22

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Compresión

Fuente de variación	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	2662,578	4	665,644	13,229	,000
Días	46648,133	2	23324,067	463,532	,000
Error	1912,089	38	50,318		
Total	51222,800	44			

a. R al cuadrado = ,963 (R al cuadrado ajustada = ,957)

Nota: En la tabla de análisis de varianza se muestra que la variable compresión es significativo tanto en la fuerza a la compresión como en el tiempo días, es decir que presenta un efecto estadísticamente significativo sobre la resistencia del concreto. Esto significa que, al variar el contenido de PET reciclado, la resistencia cambia significativamente incrementándola.

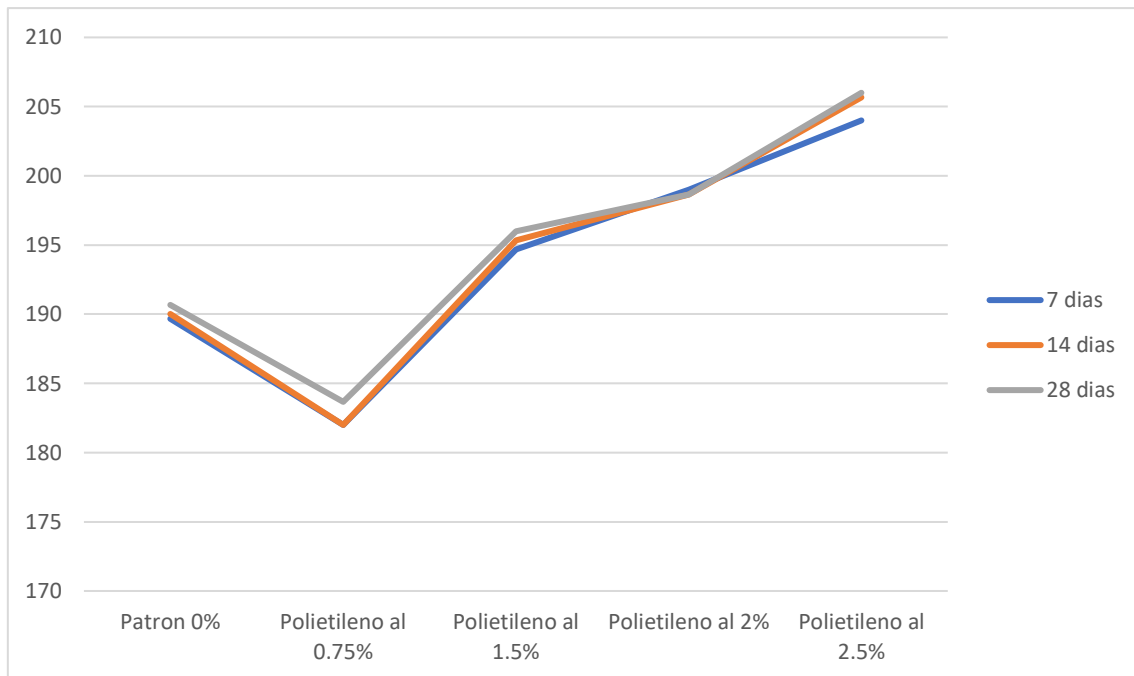
H₀: Los tratamientos de la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas no influye significativamente en la resistencia del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la compresión máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

H_a: Los tratamientos de la adición de tereftalato de polietileno recicladas influye significativamente en la resistencia del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la compresión máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

El cuadro de análisis de varianza nos indica que en promedio la fuerza a la compresión en los diferentes tratamientos, así como en el tiempo son significativos, es decir se **acepta la hipótesis alternativa**, existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos a la resistencia del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la compresión máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

Figura 7

Resistencia a la compresión del concreto patrón Vs el concreto experimental



Nota: En la figura se observa que la resistencia a la compresión del concreto patrón promedia 190 kg/cm² a lo largo de los 7, 14 y 28 días. Con la adición progresiva de PET reciclado, se observa un aumento sostenido: 183 kg/cm² (0.75 %), 196 kg/cm² (1.50 %), 199 kg/cm² (2.00 %) y 206 kg/cm² (2.50 %). Estos resultados evidencian que el refuerzo con PET mejora la resistencia mecánica, especialmente desde el 1.50 %, consolidando el 2.50 % como la dosificación más eficiente.

En vista de que existe diferencia significativa, se debe hacer el análisis de comparaciones múltiples.

Tabla 23

Días	N	Duncan ^{a,b}		
		Subconjunto	1	2
7 días	15	159,8000		
14 días	15		186,0667	
28 días	15			237,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota: En la tabla se muestra las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 50,318.

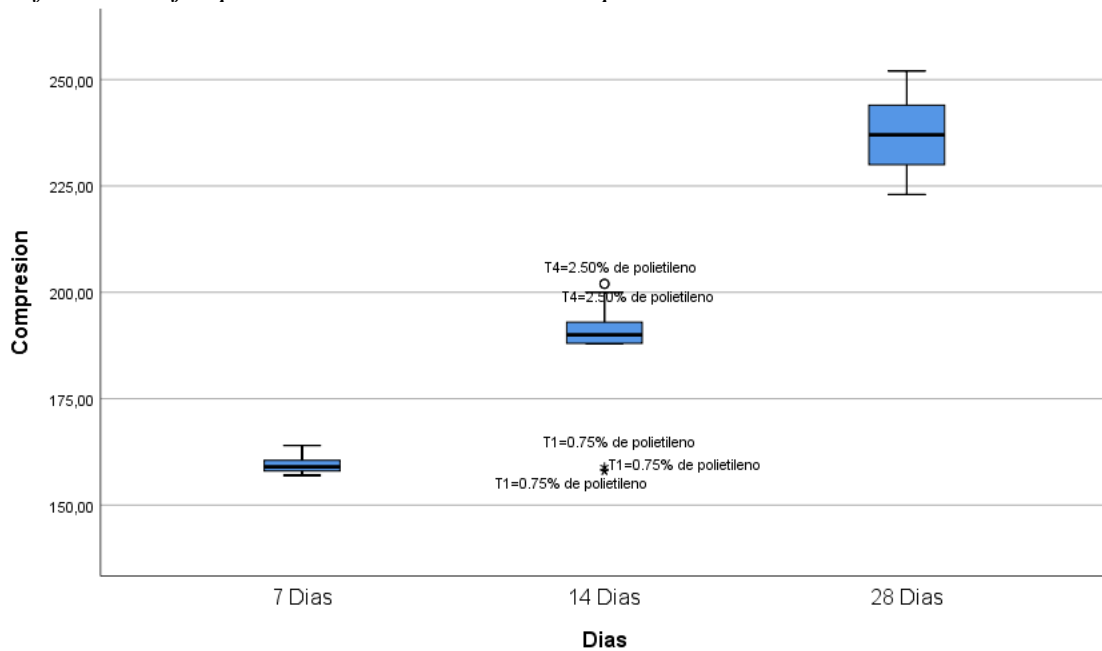
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

b. Alfa = 0.05.

Se puede afirmar que, al realizar el análisis de comparaciones múltiples con el objetivo de determinar qué tratamiento proporciona una mayor resistencia a la compresión y a qué edad se alcanza, los resultados obtenidos mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan indican que, a los 28 días, se alcanza la resistencia máxima, con un valor de 237.33 kg/cm². Confirmando lo observado en los gráficos de cajas.

Figura 8

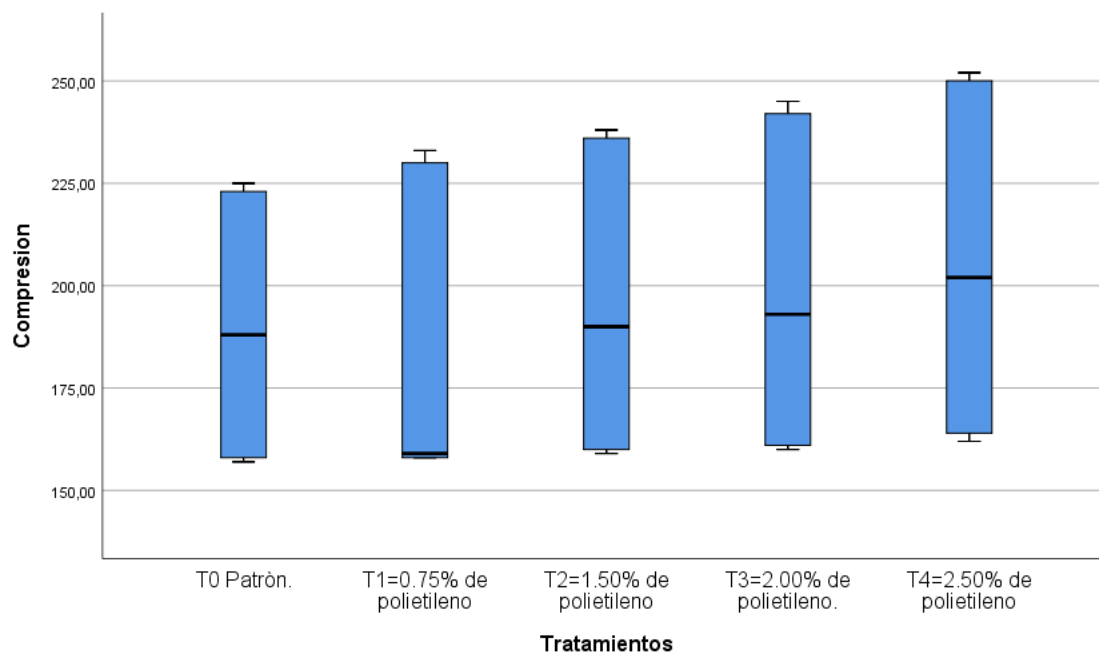
Gráficos de cajas para las resistencias a la compresión



Nota: En la figura se observa que con la adición del tereftalato de polietileno en 2.5% mejora la resistencia del concreto y que eso se obtiene a una edad de 28 días, en cuanto a la compresión máxima

Figura 9

Gráficos del análisis de comparaciones múltiples para las resistencias a la tracción



Nota: En la figura se observa el análisis de comparaciones múltiples para determinar que muestra es la mejor significativamente, evidenciándose que la mejor opción en cuanto a resistencia a la compresión se obtendrá con la adición de de 2.50% de adición de Pet.

Análisis de varianza para los ensayos a tracción máxima

Tabla 24

Tabla de datos para el análisis de varianza para los ensayos a tracción

Tracción Máxima (Kg/cm2)	Días			
	7	14	28	
0	15.00	17.50	22.00	162.60
	14.50	17.50	22.00	
	14.50	18.00	21.60	
0.75%	44.00	53.00	65.60	165.60
	14.50	18.00	22.50	
	14.50	18.00	22.60	
1.50%	15.00	17.50	23.00	167.20
	44.00	53.50	68.10	
	15.80	18.50	22.50	
2.00%	15.50	18.00	22.00	176.60
	15.00	18.00	21.90	
	46.30	54.50	66.40	
	16.00	18.90	24.00	176.60
	16.50	19.00	23.50	
	16.00	19.20	23.50	

	48.50	57.10	71.00	
	15.80	19.50	24.50	
2.50%	16.00	19.00	24.50	179.80
	16.00	19.50	25.00	
	47.80	58.00	74.00	
	230.60	276.10	345.10	851.80

Nota: En la tabla se muestra que los resultados de resistencia a la tracción (kg/cm²) en especímenes curados a 7, 14 y 28 días con adiciones de PET reciclado (0–2.50 %) mostraron variaciones sistemáticas entre tratamientos. Con tres réplicas por combinación, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), el cual evidenció diferencias estadísticamente significativas. Este análisis valida que el incremento en la proporción de PET impacta de forma directa y medible el comportamiento tensil del concreto.

Tabla 25

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Tracción máxima

Fuente de variación	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	24,546	4	6,136	37,356	,000
Días	443,144	2	221,572	1348,838	,000
Error	6,242	38	,164		
Total, corregido	473,932	44			

a. R al cuadrado = ,987 (R al cuadrado ajustada = ,985)

Nota: En la tabla de análisis de varianza se muestra que la variable tracción máxima es significativo tanto en la fuerza a la tracción como en el tiempo (días), es decir que presenta un efecto estadísticamente significativo sobre la resistencia del concreto. Esto significa que, al variar el contenido de PET, la resistencia cambia significativamente incrementándola.

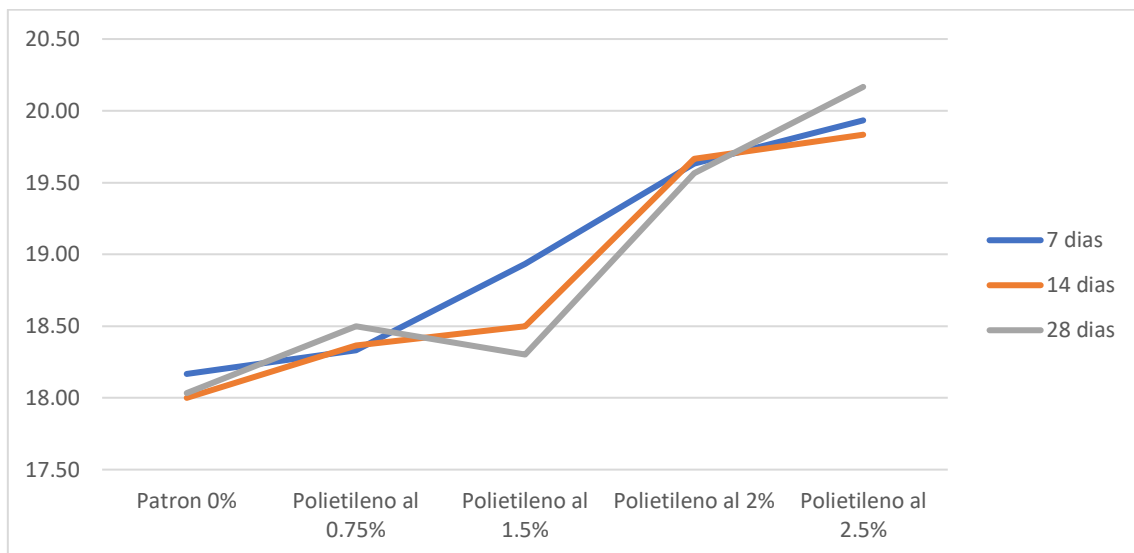
H₀: Los tratamientos de la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas no influye significativamente en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la tracción máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

H_a: Los tratamientos de la adición de tereftalato de polietileno recicladas influye significativamente en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la tracción máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

El cuadro de análisis de varianza nos indica que en promedio la fuerza a la tracción máxima en los diferentes tratamientos, así como en el tiempo son significativos, es decir **se acepta la hipótesis alternativa**, existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos a la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la tracción máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

Figura 10

Resistencia a la tracción del concreto patrón Vs el concreto experimental



Nota: En la figura se observa que La resistencia a la tracción máxima del concreto patrón se mantuvo en torno a 18 kg/cm^2 a lo largo de los 7, 14 y 28 días. Con la incorporación de 0.75 % y 1.50 % de PET reciclado, los valores se incrementaron ligeramente a 18.3 y 18.5 kg/cm^2 , respectivamente. Al adicionar 2.00 % y 2.50 %, se registraron aumentos más significativos, alcanzando 19.6 y 19.9 kg/cm^2 . Estos resultados confirman que a mayor proporción de PET, mejora progresivamente el desempeño tensil del concreto.

Existe diferencia significativa por lo que se debe hacer el análisis de comparaciones múltiples

Tabla 26

Tracción máxima Duncan^{a,b}

Días	N	Subconjunto		
		1	2	3
7 días	15	15,3733		
14 días	15		18,4067	
28 días	15			23,0067
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota: En la tabla se muestra las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,164.

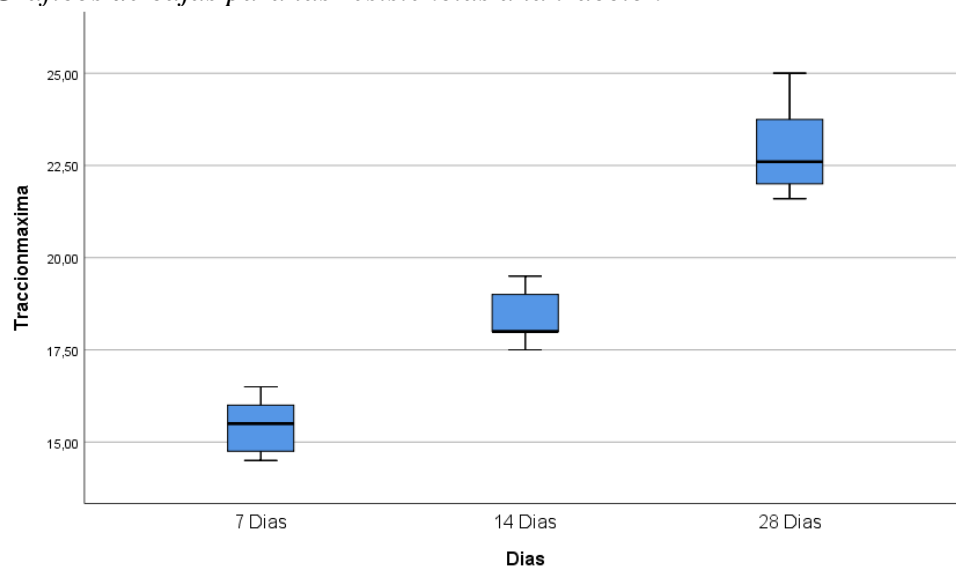
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

b. Alfa = 0.05.

Se puede indicar que, al realizar el análisis de comparaciones múltiples en cuanto a la tracción máxima, para determinar que tratamiento nos da una mejor resistencia y a qué edad, podemos indicar que al realizar el análisis con la comparación múltiple de Duncan a los 28 días se obtiene la tracción máxima que alcanza 23. Confirmando lo observado en los gráficos de cajas.

Figura 11

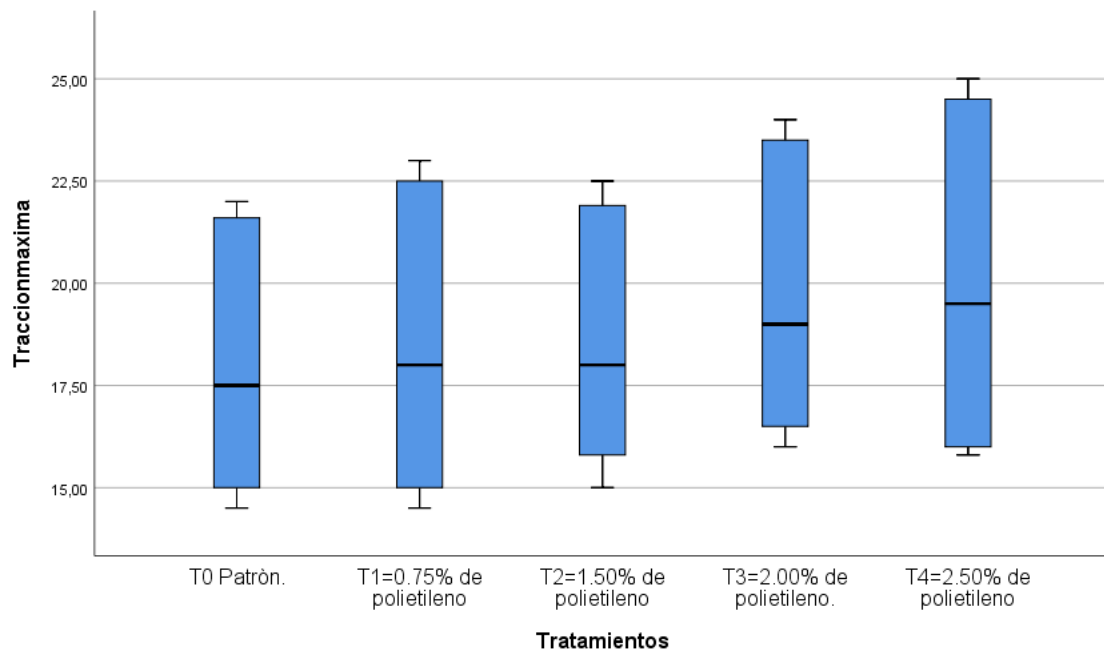
Gráficos de cajas para las resistencias a la tracción



Nota: En la figura se observa que con la adición del tereftalato de polietileno en 2.5% mejora la resistencia del concreto y que eso se obtiene a una edad de 28 días, en cuanto a la tracción máxima

Figura 12

Gráficos del análisis de comparaciones múltiples para las resistencias a la tracción



Nota: En la figura se observa el análisis de comparaciones múltiples para determinar que muestra es la mejor significativamente, evidenciándose que la mejor opción en cuanto a resistencia a la tracción máxima se obtendrá con la adición de de 2.50% de adición de Pet.

Análisis de varianza para la flexión máxima

Tabla 27

Tabla de datos para el análisis de varianza para los ensayos a flexión

Flexión Máxima (Kg/cm ²)	Días			
	7	14	28	
0	13.50	16.54	21.30	154.89
	14.00	16.55	21.20	
	14.00	16.50	21.30	
	41.50	49.59	63.80	
0.75%	14.50	17.00	22.20	161.70
	14.40	17.50	22.20	
	14.50	17.30	22.10	
	43.40	51.80	66.50	
1.50%	18.00	19.50	23.50	182.25
	17.80	19.30	23.45	
	18.00	19.20	23.50	
	53.80	58.00	70.45	
2.00%	18.70	19.90	24.00	187.95
	18.50	20.00	24.15	
	18.70	20.00	24.00	
	55.90	59.90	72.15	
2.50%	19.50	20.50	26.00	197.30
	19.30	20.50	25.50	

19.30	20.70	26.00	
58.10	61.70	77.50	
252.70	280.99	350.40	884.09

Nota: En la tabla se muestra que los valores de resistencia máxima a la flexión (kg/cm^2) se evaluaron en especímenes con adiciones crecientes de PET reciclado (0–2.50 %) y edades de curado de 7, 14 y 28 días. Para cada condición experimental se realizaron tres réplicas, lo que permitió aplicar un análisis de varianza (ANOVA). Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, evidenciando que la adición de PET influye de manera positiva en el comportamiento flexural del concreto.

Tabla 28

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Flexión máxima

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	142,481	4	35,620	157,959	,000
Días	336,964	2	168,482	747,135	,000
Error	8,569	38	,226		
Total	488,014	44			

a. R al cuadrado = ,982 (R al cuadrado ajustada = ,980)

Nota: En la tabla de análisis de varianza se muestra que la variable flexión máxima es significativo tanto en la flexión máxima como en el tiempo días, es decir que presenta un efecto estadísticamente significativo sobre la resistencia del concreto. Esto significa que, al variar el contenido de PET, la resistencia cambia significativamente incrementándola.

H₀: Los tratamientos de la adición de fibras de tereftalato de polietileno recicladas no influye significativamente en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la flexión máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

H_a: Los tratamientos de la adición de tereftalato de polietileno recicladas influye significativamente en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la flexión máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

El análisis de varianza indica que en promedio la flexión máxima en los diferentes tratamientos, así como en el tiempo son significativos, es decir **se acepta la hipótesis alternativa**, existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos a la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en cuanto a la flexión máxima para su empleo en losas aligeradas, en condiciones de laboratorio.

Figura 13

Resistencia a la flexión del concreto patrón Vs el concreto experimental



Nota: En la figura se observa que la resistencia máxima a la flexión del concreto patrón se situó en torno a 17.3 kg/cm² para los distintos tiempos de curado. Con la incorporación de 0.75 % de PET reciclado, este valor aumentó a 18 kg/cm², mientras que con 1.50 % alcanzó 20 kg/cm². Al adicionar 2.00 % y 2.50 %, se obtuvieron resistencias promedio de 21 y 22 kg/cm² respectivamente, confirmando una tendencia incremental asociada al refuerzo polimérico.

Existe diferencia significativa por lo que se debe hacer el análisis de comparaciones múltiples

Tabla 29

Flexión Máxima Duncan^{a,b}

Días	N	Subconjunto
------	---	-------------

		1	2	3
7 días	15	16,8467		
14 días	15		18,7327	
28 días	15			23,3600
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota: En la tabla se muestra las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,226.

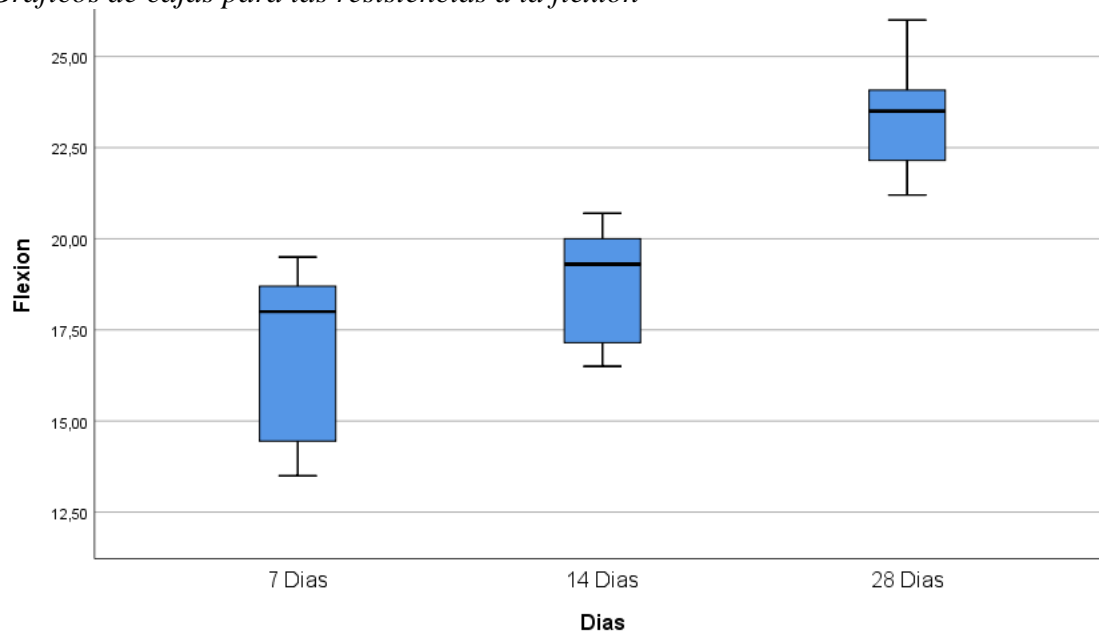
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

b. Alfa = 0.05.

Se puede indicar que, al realizar el análisis de comparaciones múltiples en cuanto a la flexión máxima, para determinar que tratamiento nos da una mejor resistencia y a qué edad, podemos indicar que al realizar el análisis con la comparación múltiple de Duncan a los 28 días se obtiene la flexión máxima que alcanza 23.36 Confirmando lo observado en los gráficos de cajas.

Figura 14

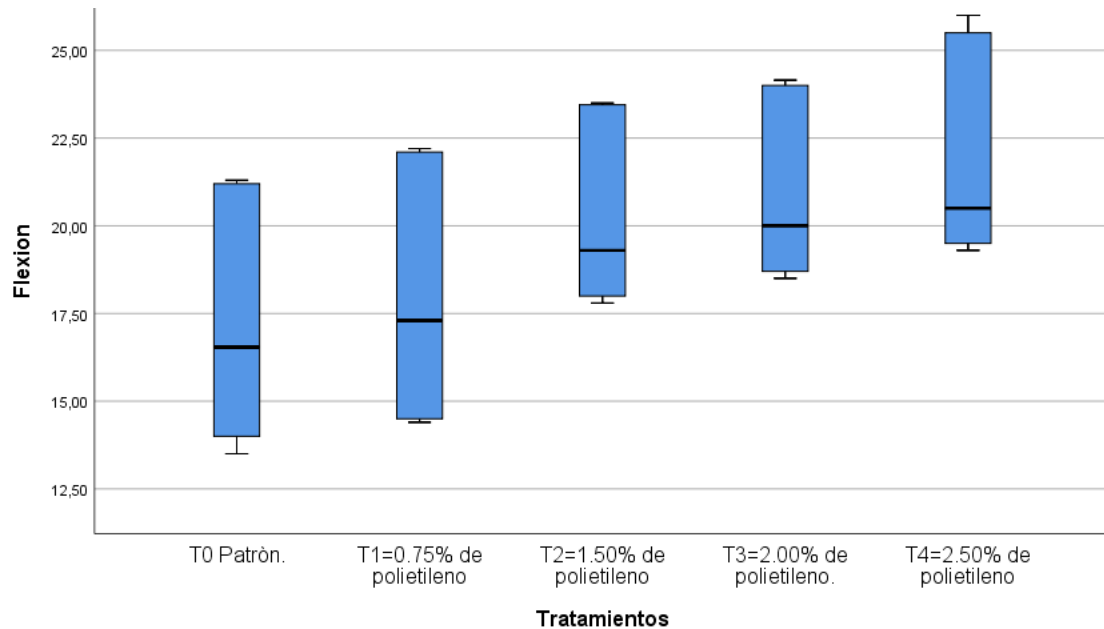
Gráficos de cajas para las resistencias a la flexión



Nota: En los gráficos de cajas, se observa que con la adición del tereftalato de polietileno en 2.5% mejora la resistencia del concreto y que eso se obtiene a una edad de 28 días, en cuanto a la flexión máxima

Figura 15

Gráficos del análisis de comparaciones múltiples para las resistencias a la flexión



Nota: En la figura se observa el análisis de comparaciones múltiples para determinar que muestra es la mejor significativamente, evidenciándose que la mejor opción en cuanto a resistencia a la flexión máxima se obtendrá con la adición de de 2.50% de adición de Pet.

Del análisis estadístico los resultados obtenidos a través de los análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparaciones múltiples permiten concluir, con un alto nivel de significancia estadística ($p < 0.001$ en todos los casos), que la adición de fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) ejerce un efecto positivo y significativo sobre las propiedades mecánicas del concreto con resistencia característica de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en términos de compresión, tracción y flexión, particularmente a los 28 días de curado. La resistencia a la compresión máxima se incrementó progresivamente con la adición de PET, alcanzando su valor más alto (237.33 kg/cm^2) con una dosificación del 2.50%, a los 28 días, en comparación con el concreto patrón (223 kg/cm^2). De forma análoga, la resistencia a la tracción aumentó hasta un valor promedio de 23.00 kg/cm^2 , y la resistencia a la flexión alcanzó los 23.36 kg/cm^2 , ambos con la misma proporción de 2.50% de PET y al mismo tiempo de curado. Estos valores fueron validados mediante la prueba de Duncan, que evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y confirmó que la edad del concreto es un factor determinante en la ganancia de resistencia.

El coeficiente de determinación ajustado (R^2) superior al 95% en los tres modelos de análisis de varianza respalda la robustez de los modelos estadísticos utilizados,

confirmando que tanto la variable “tratamiento” (porcentaje de PET) como la variable “tiempo de curado” explican con alta precisión la variabilidad en las resistencias evaluadas. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula en todos los casos y se acepta la hipótesis alternativa, al demostrarse que la incorporación de fibras PET recicladas mejora significativamente el comportamiento mecánico del concreto.

Desde una perspectiva estructural y ambiental, estos resultados indican que el uso de 2.50% de PET reciclado es una alternativa técnica y sostenible viable para la producción de concreto empleado en losas aligeradas, sin comprometer la resistencia exigida por el diseño estructural, y con un beneficio adicional al mitigar el impacto de los residuos plásticos en el entorno.

DISCUSIÓN

5.1. En la presente investigación se utilizó el método ACI 211 para el diseño del concreto patrón, obteniéndose una dosificación por metro cúbico de 408,3 kg de cemento, 188,4 kg de agua, 775,3 kg de agregado grueso seco, 992,1 kg de agregado fino seco y una relación agua-cemento (a/c) de 0,48. La adición de fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) se estableció en proporciones de 0,75 % a 2,50 %, calculadas sobre el peso del agregado grueso, lo que representa un enfoque orientado al volumen estructural total y al comportamiento mecánico integral del material. Este planteamiento difiere notablemente del utilizado por Quenta (2020), quien diseñó la mezcla patrón con 386 kg/m³ de cemento, una relación a/c de 0,50, 568,29 kg/m³ de agregado fino y 1 096,96 kg/m³ de agregado grueso. Además, su criterio de dosificación de PET se basó en el peso del cemento, y no del agregado, utilizando hasta 30,9 kg/m³ de PET en su proporción más alta. Esta diferencia metodológica implica que, aunque ambas investigaciones incorporan PET reciclado como refuerzo, la presente investigación plantea un enfoque más balanceado y estructuralmente coherente, ya que la dosificación relativa al agregado grueso permite una distribución más uniforme del refuerzo en la matriz cementicia, favoreciendo la estabilidad volumétrica de la mezcla. Asimismo, en el estudio de Surichaqui et al. (2021), desarrollado para concreto de pavimento rígido con resistencia de diseño $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$, se utilizó un diseño de mezcla que incluyó 419,2 kg/m³ de cemento, 437,39 kg/m³ de agregado fino, 1 323,23 kg/m³ de agregado grueso, 136,76 L de agua, y un contenido de aire del 1 %. La cantidad de PET empleada en ese estudio fue considerablemente menor (entre 1,5 y 2,5 kg/m³), lo cual responde a los requerimientos específicos de rigidez y durabilidad de pavimentos, pero no resulta representativo para elementos como losas aligeradas, donde se prioriza la ligereza sin sacrificar resistencia ni tenacidad. En comparación con ambos antecedentes, el diseño de mezcla desarrollado en este estudio se distingue por su mayor racionalidad estructural, al combinar una dosificación intermedia de cemento, una relación a/c más controlada (0,48) y un enfoque de adición de PET orientado al volumen granular, lo que resulta más adecuado para concretos utilizados en elementos estructurales livianos como las losas aligeradas. Este diseño favorece no solo el desempeño mecánico, sino también la trabajabilidad, estabilidad de la mezcla y compatibilidad estructural, condiciones esenciales para garantizar un comportamiento eficiente del concreto bajo cargas distribuidas.

5.2 El ensayo de asentamiento se realizó siguiendo la norma NTP 339.035:2009 tanto para el concreto patrón como para las mezclas experimentales con adición de fibras de tereftalato de polietileno (PET) reciclado en porcentajes de 0.75 %, 1.50 %, 2.00 % y 2.50 %. Los resultados muestran que el concreto patrón alcanzó un asentamiento de 3 ½”; con 0.75 % de PET el asentamiento descendió a 3”; con 1.50 % fue de 2 ½”; con 2.00 % llegó a 2”; y finalmente, con 2.50 % se redujo a 1 ½”. Estos valores permiten concluir que la trabajabilidad del concreto disminuye progresivamente a medida que se incrementa la proporción de fibras PET, lo que evidencia el efecto de las partículas plásticas en la movilidad de la mezcla. Este comportamiento guarda relación con lo reportado por Nkomo, Masu y Nziu, quienes en su investigación observaron que el asentamiento de su concreto patrón fue de 50.30 mm, mientras que con 0.50 % y 1.00 % de PET se redujo a 15 mm, y con adiciones superiores se obtuvo un asentamiento nulo. Los autores atribuyen esta disminución a la fricción generada entre las fibras de PET y las partículas del hormigón, lo cual restringe el flujo de la mezcla. En el presente estudio se observa una tendencia semejante, aunque con valores de asentamiento mayores, lo que se explica por la diferencia en el método de dosificación, las características de los agregados y el volumen de agua efectiva empleado. De manera complementaria, Espíndola (2024) reportó resultados con una tendencia parcialmente distinta, al obtener valores de revenimiento de 19 cm para el concreto patrón, 18 cm con 2.50 % de PET, 19 cm con 5 % y 16 cm con 10 % de PET. Estos hallazgos sugieren que, si bien la adición de fibras PET puede reducir la trabajabilidad, el efecto no siempre es estrictamente lineal, dependiendo en gran medida de factores como la forma y tamaño de las fibras, el procedimiento de mezclado y la proporción de agua de amasado. En conjunto, los resultados reafirman que la incorporación de fibras PET recicladas introduce una pérdida de consistencia que debe ser cuidadosamente considerada en el diseño de mezclas, pues afecta directamente la facilidad de colocación y compactación del concreto. No obstante, también ponen de manifiesto que el impacto de esta adición no es uniforme en todos los estudios, lo que resalta la importancia de contextualizar la influencia del PET en función de los materiales y condiciones locales.

5.3. Los resultados experimentales obtenidos en esta investigación evidencian que la incorporación progresiva de fibras recicladas de tereftalato de polietileno (PET) mejora significativamente las propiedades mecánicas del concreto estructural,

especialmente en términos de resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión, alcanzando desempeños superiores con una dosificación óptima del 2,50 % respecto al peso del agregado grueso. Con respecto a la **resistencia a la compresión**, se observó un incremento del 11,92 % a los 28 días en la mezcla con 2,50 % de PET, superando el concreto patrón y consolidando esta dosificación como la más eficaz. Este comportamiento coincide con lo reportado por Cordova (2024), quien identificó mejoras de hasta 6,54 % con adiciones del 2,5 % de PET, y por Camacho y Cornejo (2021), cuyos resultados superaron los 279 kg/cm² con adiciones similares. A diferencia de Cobos (2021) y Cárdenas et al. (2020), quienes reportaron reducciones en la resistencia con el uso de PET, esta investigación confirma que una dosificación controlada y un adecuado diseño de mezcla permiten evitar la pérdida de adherencia y la formación de porosidad excesiva, factores que en otros estudios disminuyeron el rendimiento mecánico. Asimismo, los resultados se alinean con los de Espíndola (2024), quien evidenció que dosificaciones del 5 % de PET incrementaron hasta en 20 % la resistencia a la compresión del concreto hidráulico. Aunque los niveles de mejora fueron distintos, ambos estudios concuerdan en que existe una ventana de dosificación eficiente del PET, más allá de la cual pueden manifestarse efectos negativos. En cuanto a la **resistencia a tracción indirecta**, la mezcla con 2,50 % de PET alcanzó un incremento del 12,82 % a los 28 días, evidenciando una mejora constante desde edades tempranas, este desempeño es superior al reportado por Cobos (2021), quien señaló reducciones en la tracción con incrementos de PET, y también contradice parcialmente a Nkomo et al. (2022), cuyos resultados mostraron una disminución de la resistencia tensil con todas las adiciones. En cambio, se encuentra concordancia con Cordova (2024), quien destacó un incremento de 3,01 % en la tracción para mezclas con 2,5 % de PET, y con Ojeda et al. (2020), quienes identificaron un refuerzo efectivo en morteros gracias a la acción de las fibras sobre la microfisuración interna. Esta mejora tensil también fue respaldada por los estudios de Quenta (2020), donde se evidenció que la tracción mejora proporcionalmente hasta niveles del 4 % de PET, antes de observarse efectos adversos. En el presente estudio, el 2,50 % se mantuvo dentro de ese rango seguro, asegurando cohesión estructural y un adecuado reparto de tensiones internas. Respecto a la **resistencia a flexión**, se alcanzó un valor máximo de 25,83 kg/cm² a los 28 días con 2,50 % de PET, equivalente a un incremento del 21,5 % respecto al concreto patrón. Este comportamiento se alinea con lo reportado por Surichaqui et al. (2021) y Espíndola

(2024), quienes evidenciaron mejoras significativas en la flexión con adiciones entre 2 % y 5 %, alcanzando incluso aumentos superiores al 30 %. Asimismo, Quenta (2020) reportó una mejora del 24 % con un 4 % de PET, resultado que ratifica la influencia positiva de las fibras en el comportamiento flexural del concreto, particularmente en lo referido al control de fisuras y al aumento de la tenacidad. En contraposición, estudios como el de Cobos (2021) reportaron desempeños inferiores a medida que se incrementaba el contenido de PET, lo que evidencia que la efectividad de las fibras depende en gran medida del tipo de mezcla, el tamaño y geometría de las fibras, así como de su dispersión en la mezcla. En este caso, se empleó un método de integración y curado que permitió mantener la homogeneidad, lo cual favoreció el aprovechamiento mecánico de las fibras recicladas.

Los resultados obtenidos en los tres tipos de ensayo muestran una tendencia de mejora proporcional hasta el 2,50 % de adición de PET, con incrementos de 11,92 % en compresión, 12,82 % en tracción y 21,5 % en flexión. Esta consistencia sugiere un efecto sinérgico de las fibras sobre las propiedades mecánicas del concreto, particularmente en su capacidad para disipar tensiones, controlar la propagación de fisuras y aumentar la energía de fractura. El efecto es más significativo en flexión, lo que se atribuye a la actuación de las fibras como puentes de transferencia de carga entre grietas incipientes, fenómeno ampliamente descrito por Nkomo et al. (2022) y Ojeda et al. (2020). Finalmente, aunque otros autores como Salazar (2024) y Solórzano y Cerna (2022) reportaron que dosificaciones elevadas pueden comprometer el desempeño mecánico global del concreto, en este estudio se logró mantener una alta trabajabilidad y homogeneidad hasta el 2,50 % de PET, estableciendo este porcentaje como el límite técnico eficiente dentro del contexto experimental evaluado.

- 5.4. En relación con la resistencia a la compresión, los análisis estadísticos revelaron diferencias altamente significativas entre los distintos tratamientos evaluados ($p < 0.001$). El modelo ANOVA evidenció que tanto el factor "tratamiento" (porcentaje de adición de PET) como el factor "edad de curado" explican en conjunto el 96.3% de la variabilidad observada (R^2 ajustado = 0.957). Este alto valor de R^2 indica una preponderante adecuación del modelo a los datos experimentales, permitiendo validar la influencia real de ambos factores sobre la resistencia a la compresión del concreto. La prueba de Duncan identificó que el tratamiento con 2.50% de adición

de PET, a los 28 días de curado, presentó el mayor valor promedio de resistencia a la compresión (237.33 kg/cm²), superando significativamente al concreto patrón (223 kg/cm²). Esta tendencia de incremento progresivo de la resistencia con mayores porcentajes de PET y tiempos de curado más prolongados, sugiere una adecuada integración de las fibras dentro de la matriz cementicia, generando un efecto de puenteo microestructural que mejora la capacidad del material frente a esfuerzos de compresión. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que reportan mejoras en la resistencia mecánica del concreto al incorporar fibras poliméricas recicladas, siempre que su contenido se mantenga dentro de límites óptimos (Akhbar, 2021; López-Montero et al., 2020). La interacción positiva entre las fibras PET y la matriz cementicia contribuye a la redistribución de tensiones internas, minimización de microfisuras y mejora en la tenacidad del concreto. De forma similar, los resultados del **ensayo de tracción** reflejaron un patrón de incremento sostenido de la resistencia con el aumento del contenido de PET y del tiempo de curado. El análisis de varianza mostró una significancia estadística en ambos factores (tratamiento y tiempo de curado), con un R² ajustado de 0.985, lo que respalda la confiabilidad del modelo. La mayor resistencia a la tracción se observó igualmente con el tratamiento de 2.50% de PET a los 28 días, alcanzando un valor promedio de 23.00 kg/cm², en contraste con los 22.00 kg/cm² del concreto patrón. Esta diferencia, validada por la prueba de Duncan, es indicativa de una mejora en la capacidad del material para resistir esfuerzos de tracción indirecta, lo que es relevante desde el punto de vista estructural, especialmente en elementos sometidos a flexión o cargas excéntricas. El mecanismo de refuerzo que explicaría este resultado se asocia con la capacidad de las fibras PET para absorber energía y distribuir los esfuerzos tensionales en el centro del concreto, mejorando así su comportamiento post-fisuración y reduciendo la propagación de grietas (Medina et al., 2022). En cuanto a la **resistencia a la flexión**, los resultados estadísticos mostraron una tendencia coherente con los ensayos anteriores. Se detectaron diferencias significativas ($p < 0.001$) tanto por el efecto del contenido de PET como por el tiempo de curado, con un R² ajustado de 0.980. El tratamiento óptimo fue, nuevamente, el que incluyó 2.50% de PET reciclado, con una resistencia promedio de 23.36 kg/cm² a los 28 días, en comparación con los 21.30 kg/cm² del concreto convencional. Este comportamiento indica que el uso de fibras PET no solo mejora la resistencia a compresión y tracción, sino que también incrementa la capacidad del concreto para soportar esfuerzos combinados. Desde un

punto de vista ingenieril, esta propiedad resulta fundamental para aplicaciones en losas aligeradas, donde los esfuerzos de flexión son predominantes.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- 6.1. El diseño de mezcla del concreto patrón, conforme al método ACI 211, estableció una dosificación óptima por m³ con 408,33 kg de cemento, 188,40 L de agua, 775,30 kg de agregado grueso seco y 992,05 kg de agregado fino seco, con una relación a/c de 0,48, garantizando una resistencia de diseño de $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La incorporación de fibras recicladas de PET, en proporciones del 0,75 % al 2,50 % respecto al peso del agregado grueso, mejoró significativamente las propiedades mecánicas del concreto sin comprometer su trabajabilidad ni estabilidad.
- 6.2. La trabajabilidad del concreto, evaluada mediante el ensayo de asentamiento, mostró una disminución progresiva al incrementar la proporción de fibras PET recicladas. El concreto patrón registró un asentamiento de 3½”, mientras que las mezclas con 0,75 %, 1,50 %, 2,00 % y 2,50 % de PET alcanzaron 3”, 2½”, 2” y 1½”, respectivamente. Esta tendencia refleja una pérdida de fluidez atribuida al aumento de fricción interna por la morfología del PET, lo cual implica la necesidad de ajustes en el diseño para mantener una colocación y compactación eficiente.
- 6.3. Se concluye que la incorporación de fibras recicladas de PET en proporciones de 0,75 % a 2,50 % respecto al peso del agregado grueso mejora de forma consistente las propiedades mecánicas del concreto con $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sin comprometer su trabajabilidad ni el desarrollo de resistencia en edades tempranas. La dosificación óptima fue del 2,50 %, alcanzando incrementos del 11,92 % en resistencia a compresión (251,00 kg/cm²), 12,82 % en tracción (23,67 kg/cm²) y 21,5 % en flexión (25,83 kg/cm²) a los 28 días. Esta mejora responde al efecto de puenteo de fisuras y a la redistribución de esfuerzos inducida por las fibras. Por tanto, se concluye que el uso de PET reciclado en esta proporción representa una solución estructural eficiente y sostenible para su aplicación en losas aligeradas.
- 6.4. Los modelos estadísticos presentaron coeficientes de determinación ajustados superiores al 95 %, evidenciando la robustez metodológica del estudio y la influencia significativa del porcentaje de PET y del tiempo de curado en la variabilidad de los resultados. La dosificación óptima, con 2,50 % de fibras PET recicladas a los 28 días, alcanzó resistencias máximas

de 237,33 kg/cm² en compresión, 23,00 kg/cm² en tracción y 23,36 kg/cm² en flexión, superando de forma significativa los valores del concreto patrón.

Recomendaciones

Se recomienda que futuras investigaciones analicen no solo la resistencia a la flexión, sino también otras propiedades fundamentales como la resistencia a la compresión, tracción indirecta, módulo de elasticidad, permeabilidad y durabilidad del concreto con PET reciclado, especialmente bajo condiciones ambientales extremas o de exposición prolongada. Esto permitirá obtener una visión más integral del comportamiento del material en aplicaciones reales.

Se recomienda desarrollar estudios de análisis de ciclo de vida (ACV) y evaluaciones económicas que permitan cuantificar el impacto ambiental y los beneficios económicos del uso de PET reciclado en comparación con otros aditivos comerciales. Esto ayudaría a consolidar el uso del PET como una alternativa sustentable y competitiva en el sector construcción.

Los resultados de esta investigación deben ser considerados por ingenieros civiles, arquitectos, empresas constructoras, técnicos en edificación y entidades públicas, especialmente en la elaboración de losas aligeradas, pavimentos no estructurales y elementos prefabricados. La implementación de este tipo de concreto contribuiría a reducir el impacto ambiental sin comprometer el rendimiento mecánico en determinadas aplicaciones.

Finalmente, se recomienda que las instituciones normativas y académicas elaboren guías técnicas o protocolos de diseño que regulen la dosificación, preparación, curado y aplicación del concreto con adición de fibras de PET reciclado. Esto facilitaría su adopción en proyectos de ingeniería civil, garantizando la seguridad, calidad y sostenibilidad de las estructuras construidas.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akhbar, H. (2021). *Mechanical performance of concrete reinforced with recycled PET fibers: A review of experimental studies*. *Construction and Building Materials*, 286, 122944. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122944>
- Al-Furjan, M. S., Rahman, M. M., & Haque, M. E. (2021). *Recycled plastic fiber reinforced concrete: Mechanical performance and sustainability aspects*. *Journal of Building Engineering*, 43, 102522. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102522>
- Arulprasanna, A., & Meenakshisundaram, O. (2024). *A review on composites: Selection and its applications*. *Materials Today: Proceedings*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2024.06.014>
- ASTM International. (2023). *ASTM C33/C33M-23: Standard specification for concrete aggregates*. West Conshohocken, PA: ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0033_C0033M-23
- ASTM International. (2024). *ASTM C150/C150M-24: Standard Specification for Portland Cement*. West Conshohocken, PA: ASTM.
- Awoyera, P. O., & Adesina, A. (2020). *Plastic wastes to construction products: Status, limitations and future perspective*. *Case Studies in Construction Materials*, 12, e00330. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00330>
- Beltran Armeta, J.L., 2020. “Revisión de los factores que influyen en el desempeño del concreto hidráulico elaborado con adiciones de plástico reciclado”. [en línea]. [consulta: 17 abril 2020]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/entities/publication/5d9e569a-9503-48ad-88b1-92b0961054be>
- BuildMyTalent. (2024, February 13). *Cement Types and Characteristics of Cements*. Recuperado de <https://buildmytalent.com/2024/02/13/cement-types-and-characteristics-of-cements/>
- Camacho Maese, I.C., cornejo Monrroy, d., 2021. *Comparativa de resistencia a la compresión y características de concreto tradicional contra concreto agregado PET reciclado* [en línea], [consulta: 15 abril 2024]. ISSN 1946-5351. Disponible en: <https://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/19935>
- Carballo Rojas M., Gallardo Mejía M, Murillo Chacón M., 2023. *Análisis de una base granular estabilizada con cemento y adición de fibras de PET reciclado* [en línea], [consulta: 17 febrero 2024]. ISSN 2215-3705. DOI 10.15517/iv.v25i44.54855. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4782/478276305003/>

- Cárdenas Pulido, J, Rodríguez Loaiza, S., Higuera Flórez, C., 2020. Evaluación del comportamiento a compresión y propiedades físicas de morteros de cemento reforzados con fibras recicladas PET [en línea], [consulta: 07 octubre 2024]. ISSN 2344-7214. DOI: 10.22517/23447214.23771. Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/23771>
- Chen, J., Dul, S., Lehner, S., Jovic, M., Gaan, S., Heuberger, M., & Hufenus, R. (2024). Mechanical recycling of PET containing mixtures of phosphorus flame retardants. *Journal of Materials Science & Technology*, 194, 167-179. Recuperado de [https://circularplasticsnl.org/...](https://circularplasticsnl.org/)
- Chinchayán, J., Rivera, L., & De la Cruz, P. (2023). Aprovechamiento de residuos plásticos en materiales de construcción en el contexto peruano. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 27(2), 55–68.
- Cho Yong, H. (2024). Composite materials: Revolutionizing engineering with advanced properties. *Advanced Materials Science Research*, 7(1), 133-134. [https://doi.org/10.37532/aaasmr.2024.7\(1\).133-134](https://doi.org/10.37532/aaasmr.2024.7(1).133-134)
- Civil Engineer Mag. (2023). Hydraulic Cement: Types & Advantages. Recuperado de <https://www.civilengineermag.com/hydraulic-cement-types-and-uses/> Civil Engineer Mag
- Cobos Sáenz De Viteri, L.A. Y Valle Benítez A.W., 2021. Estudio comparativo sobre el comportamiento mecánico del concreto con fibra de polietileno tereftalato (PET) reciclado y concreto con fibra de acero [en línea], [consulta: 12 octubre 2024]. ISSN 2477-8818. DOI <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2283>. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2283/4933>
- Crystallization of Poly(ethylene terephthalate): A Review. (2024). *Polymers*, 16(14), 1975. <https://doi.org/10.3390/polym16141975>
- Di Lorenzo, M. L. (2024). Crystallization of poly(ethylene terephthalate): A review. *Polymers*, 16(14), 1975. <https://doi.org/10.3390/polym16141975>
- Dreamstime. (2022). Block de construcción, poliéster (polietileno-tereftalato) ácido tereftálico – representación estilizada en 3D y fórmula [Fotografía]. Recuperado de <https://thumbs.dreamstime.com/z/bloque-de-construcci%C3%B3n-poli%C3%A9ster-polietileno-tereftalato-%C3%A1cido-tereft%C3%A1lico-renderizaci%C3%B3n-estilizada-en-d-y-f%C3%B3rmula-191110592.jpg>
- Engineering Discoveries. (2021). Main components and composition of cement: lime, silica, alumina, iron oxide, magnesia, and calcium sulfate [Fotografía]. Recuperado de <https://engineeringdiscoveries.com/components-and-composition-of-cement/>

- Espíndola Flores, A.C., 2024. “Compositos concreto hidráulico/ pet-reciclado/fibras naturales, determinación de propiedades mecánicas y electroquímicas”. [en línea]. [consulta: 17 mayo 2024]. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/7971>
- Espino Penilla, M., & Koot, Y. . (2020). Nuestro mundo cubierto de plástico: de la movilidad global del plástico a las consecuencias y respuestas locales. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 12(4), 146–160. <https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v12.n4.759>
- Frías, M., Monasterio, M., & Moreno-Juez, J. (2023). Physical and mechanical behavior of new ternary and hybrid eco-cements made from construction and demolition waste. *Materials*, 16(8), 3093. <https://doi.org/10.3390/ma16083093>
- Gamarra, F., & Rojas, D. (2021). Gestión de residuos sólidos urbanos en la región Áncash: diagnóstico y propuestas sostenibles. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Guo, Z., Wu, J., & Wang, J. (2025). Chemical degradation and recycling of polyethylene terephthalate (PET): A review. *RSC Sustainability*, 3(3), 2111–2133. <https://doi.org/10.1039/D4SU00658E>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, M. P. (2023). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hosen, K., Maruf, M. A., Howlader, R., Chakma, K., & Mia, M. R. (2024). Concrete Strength and Aggregate Properties: In-Depth Analysis of Four Sources. *Civil Engineering Journal*, 10(4). <https://doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-04-016>
- Huaquisto Cáceres, S. y Quenta Flores, D., 2024. Estudio experimental del uso de residuos de botellas de plástico en el hormigón convencional [en línea], [consulta: 11 diciembre 2024]. DOI <https://doi.org/10.20937/RICA.54696>. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/54696>
- ICPSR. (s. f.). Pre-experimental designs. University of Michigan. <https://www.icpsr.umich.edu/icpsrweb/childcare/datamethods/preexperimental.jsp>
- Jovanović, A. (2024). Physical and mechanical characterization of PET for engineering applications. *Metallurgical and Materials Data*, 2(4), 113–118. <https://www.metall-mater-data.com/index.php/home/article/download/46/40>
- Khair, F., et al. (2023). Alternatives for Fresh Water in Cement-Based Materials: A Review. *Water*, 15(15), 2828. <https://doi.org/10.3390/w15152828>

- Lin, Z. (2025). Effect of Water Requirement for Normal Consistency of Cement on Concrete Performance. Proceedings of the 2024 10th International Conference on Architectural, Civil and Hydraulic Engineering (ICACHE 2024). Atlantis Press.
- López, J., & Salazar, M. (2022). Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras PET recicladas. *Revista Ingeniería Civil y Desarrollo Sostenible*, 15(1), 33–42.
- Manso-Morato, J., Hurtado-Alonso, N., Revilla-Cuesta, V., & Skaf, M. (2024). Fiber-Reinforced Concrete and its Life Cycle Assessment: A systematic review. *Journal of Building Engineering*, 94, 110062. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.110062>
- Mbuh Kuma, M., Nyuykongi N., & Penka, B. J. (2024). Analysis of the influence of water qualities on the strength of concrete. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71, Article 110. <https://doi.org/10.1186/s44147-024-00432-8>
- McKay, I., Vargas, J., Yang, L., & Felfel, R. M. (2024). A review of natural fibres and biopolymer composites: Progress, limitations, and enhancement strategies. *Materials*, 17(19), 4878. <https://doi.org/10.3390/ma17194878>
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2023). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (5th ed.). McGraw-Hill.
(*Texto actualizado ampliamente citado en ingeniería civil.*)
- Meza De Luna, A.; Gurbir, K.; Preciado Martínez, H.; Gutiérrez López, I., 2021. Desempeño a Flexión del Concreto Reforzado con Fibras Plásticas Recicladas [en línea], [consulta: 06 enero 2024]. ISSN 1405-5597. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94467989001>
- Mindess, S., Young, J. F., & Darwin, D. (2020). *Concrete*. Prentice Hall.
(*Obra de referencia moderna sobre comportamiento mecánico del concreto.*)
- Ministerio del Ambiente. (2022). Informe nacional sobre la gestión de residuos sólidos municipales en el Perú 2022. MINAM.
- Nkomo, N.Z., Masu, L.M. y Nziu, P.K., 2022. Effects of Polyethylene Terephthalate Fibre Reinforcement on Mechanical Properties of Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2022, no. 1, ISSN 1687-8442. DOI 10.1155/2022/4899298.
- Mohamed, O., & Zuaiter, H. (2024). Fresh properties, strength, and durability of fiber-reinforced geopolymer and conventional concrete: A review. *Polymers (Basel)*, 16(1), 141. <https://doi.org/10.3390/polym16010141>
- Mostafaei, H., Badarloo, B., Chamasemani, N. F., Rostampour, M. A., & Lehner, P. (2023). Investigating the effects of concrete mix design on the environmental impacts of reinforced concrete structures. *Buildings*, 13(5), 1313. <https://doi.org/10.3390/buildings13051313>

- Neville, A. M. (2022). *Properties of concrete* (6th ed.). Pearson.
(Actualización moderna del manual clásico sobre propiedades mecánicas y físicas del concreto.)
- Norma E.060. (2019). Concreto Armado. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Ojeda, J.P., Mercante, I.T., Fajardo, N.H., 2020. Diseño y ensayo de fibras plásticas recicladas para refuerzo de mortero [en línea], [consulta: 06 mayo 2024]. Rev. Int. Contam. Ambie. DOI <https://doi.org/10.20937/RICA.2020.36.53423>. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2020.36.53423/46938>.
- Orie, O.U. y Olusesi, O.J., 2023. Effect of partial replacement of aggregate with granulated polyethylene terephthalate (pet) on compressive strength of concrete. *Nigerian Journal of Technology* [en línea], vol. 42, no. 1, [consulta: 19 julio 2024]. ISSN 2467-8821. DOI 10.4314/NJT.V42I1.5. Disponible en: <https://www.nijotech.com/index.php/nijotech/article/view/3090>
- Osorio, J. D. (2022, junio). Agregados finos y gruesos para concreto [Fotografía]. 360 en Concreto. <https://360enconcreto.com/wp-content/uploads/2022/06/agregados-finos-y-gruesos-concreto-41.jpg>
- Peru.Oceana.Org, 2022. Contaminación por plásticos ¿UN MAR DE PLÁSTICOS? [en línea]. [consulta: 17 mayo 2024]. Disponible en: <https://peru.oceana.org/campanas/contaminacion-por-plasticos/>
- Plaza, P., Sáez del Bosque, I. F., Sánchez, J., & Medina, C. (2024). Recycled eco-concretes containing fine and/or coarse concrete aggregates: Mechanical performance. *Applied Sciences*, 14(10), 3995. <https://doi.org/10.3390/app14103995>
- Quenta Flores, D. (2020). Efecto del reciclado de las fibras de las botellas pet en la resistencia del concreto normal. Universidad Nacional del Altiplano EPG, [en línea], [consulta: 5 noviembre 2025]. DOI <http://dx.doi.org/10.26788/riepg.2020.3.181>
Disponible en: <https://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/download/1734/version/1412/325/5955>
- Salazar Perales, A.F., 2024. Influencia de la adición de polietileno tereftalato para mejorar la resistencia a la compresión y sus propiedades mecánicas en unidades de albañilería [en línea], [consulta: 5 diciembre 2024]. ISSN 1810-6781. DOI 10.17268/rev.cyt.2024.02.03. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/5948/5968>

- Sampieri, R., & Mendoza, C. (2022). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (2.ª ed.). McGraw-Hill.
- Saucedo Rodriguez, J.A., Atoche Zamora J.J., Muñoz Pérez, S.P., 2021. Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura [en línea], [consulta: 11 febrero 2024]. ISSN: 2619-6581. DOI <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6942>. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6942>
- ScienceDirect Topics. (2025). Concrete compressive strength. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/concrete-compressive-strength/>
- SemenMerahPutih. (2024). Concrete compressive strength: Definition and underlying factors. Recuperado de <https://semenmerahputih.com/en/news/construction/concrete-compressive-strength>
- Siddique, R., Khatib, J., & Kaur, I. (2021). *Use of recycled polyethylene terephthalate (PET) fibers in concrete: A review on mechanical properties and environmental benefits*. Construction and Building Materials, 278, 122400. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122400>
- Sindaoil. (2024). Everything about polyethylene terephthalate (PET): Properties and applications. <https://sindaoil.ae/everything-about-polyethylene-terephthalate>
- Skocek, J., Ouzia, A., Vargas Serrano, E., & Pato, N. (2024). Recycled sand and aggregates for structural concrete: Toward the industrial production of high-quality recycled materials with low water absorption. Sustainability, 16(2), 814. <https://doi.org/10.3390/su16020814>
- Solórzano Ordinola, J.A., Cerna Vasquez Junior, M.A., 2022. Influencia de la adición del 0.2%, 0.3% y 0.4% de tereftalato de polietileno en las propiedades de resistencia y permeabilidad de pavimento de concreto [en línea], [consulta: 17 mayo 2024]. ISSN 2301-1106. DOI <https://doi.org/10.36561/ING.22.2>. Disponible en: <https://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/1078>
- Sposob, Gustavo (29 de julio de 2025). Agua. Enciclopedia Concepto. Recuperado el 10 de noviembre de 2025 de <https://concepto.de/agua/>.
- Suarez-Riera, D., Lavagna, L., Falliano, D., Ferro, G. A., Pavese, M., Tulliani, J.-M., & Restuccia, L. (2025). Modified fine recycled concrete aggregates with a crystallizing agent as standard sand replacement in mortar. Materials, 18(17), 4208. <https://doi.org/10.3390/ma18174208>

- Surichaqui F., Quispe H., Taipe R., 2021. Adición de la fibra de polietileno tereftalato en pavimento rígido en la provincia de Angaraes – Huancavelica [en línea], [consulta: 22 agosto 2024]. ISSN 2961-2357. DOI <https://doi.org/10.54943/ricci.v1i1.181>. Disponible en: <https://revistas.unh.edu.pe/index.php/ricci/article/view/181/569>
- Sutherland, K., & Barbhuiya, S. (2023). Chapter 8: Aggregates for concrete. In *Materials of Construction* (pp. ...). ICE Publishing.
- Testbook. (2025). Concrete mix design – definition and methods. Recuperado de <https://testbook.com/civil-engineering/concrete-mix-design-definition-and-methods>
- Teixeira, A. B., Sampaio, C. H., Moncunill, J. O., Cortina Palas, J. L., Lima, M. M. D., & La Rosa, G. T. H. (2024). Analysis of Physical Properties of Coarse Aggregates Recovered from Demolished Concrete with a Two-Stage Water Jigs Process for Reuse as Aggregates in Concrete. *Buildings*, 14(7), 2226. <https://doi.org/10.3390/buildings14072226>
- The Concrete Society. (2025, June 3). Water for concrete. Recuperado de <https://www.concrete.org.uk/fingertips/water-for-concrete/> Concrete Society
- The Concrete Centre. (2024). Aggregates. Recuperado de <https://www.concretecentre.com/Specification/What-is-Concrete/Aggregates.aspx>
- Zhang, X., et al. (2023). The time variation law of concrete compressive strength: A review. *Applied Sciences*, 13(8), 4947. <https://doi.org/10.3390/app13084947>

VII ANEXOS

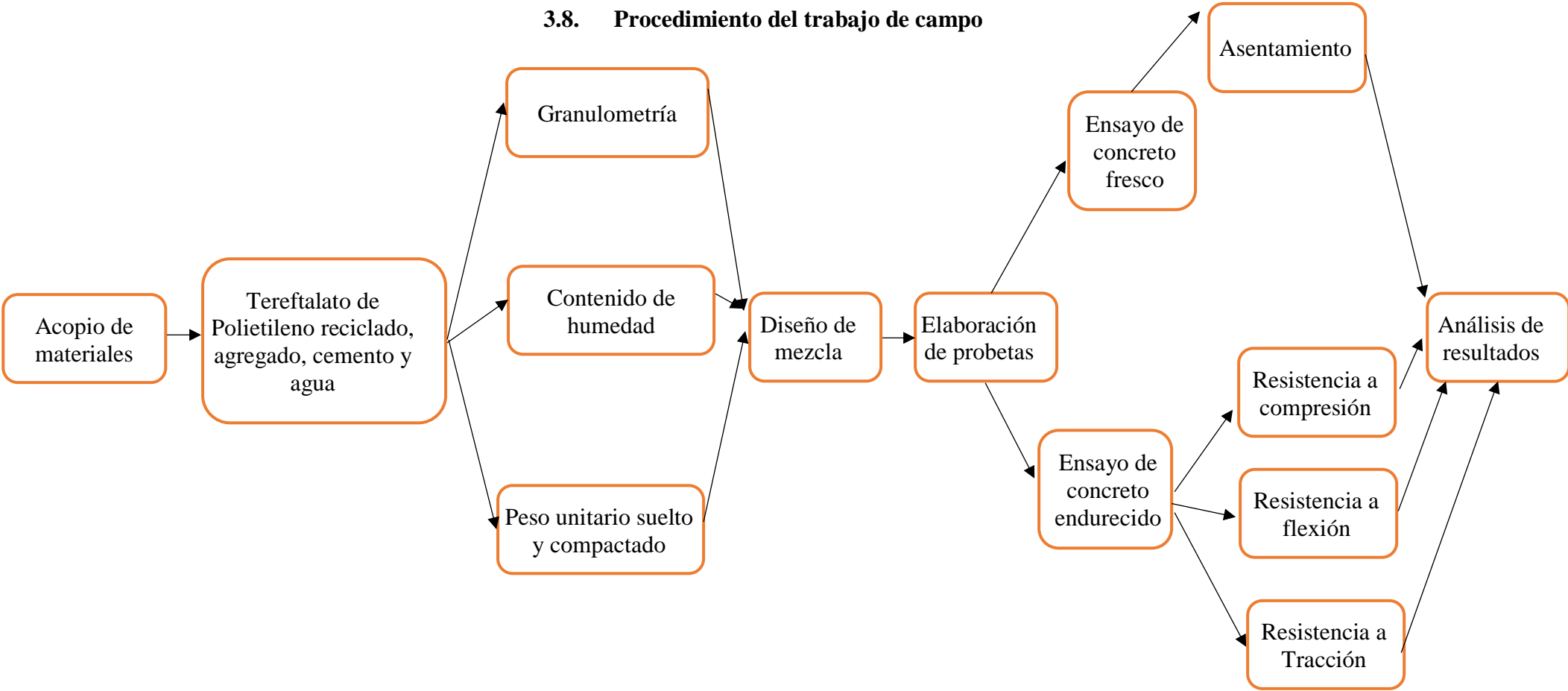
ANEXO 1. Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Contenido de fibras PET recicladas	Las fibras de tereftalato de polietileno (PET) recicladas son filamentos obtenidos a partir del reprocesamiento de residuos plásticos posconsumo, principalmente botellas y empaques, mediante procesos de trituración, lavado y extrusión que permiten generar fibras sintéticas adecuadas para el refuerzo de materiales compuestos. Estas fibras presentan elevada resistencia química, estabilidad térmica y buena durabilidad, lo que favorece su interacción con matrices cementicias al reducir la propagación de microfisuras y mejorar la tenacidad y la resistencia post-fisuración del concreto. (Siddique et al., 2021; Awoyera & Adesina, 2020).	Las fibras PET recicladas fueron obtenidas a partir del corte mecánico de botellas recicladas de tereftalato de polietileno (PET), con dimensiones uniformes definidas previamente (longitud de 30 mm y ancho de 1 mm). Se controló la homogeneidad en la distribución de las fibras dentro del concreto para asegurar su correcta integración en cada dosificación. Los datos que se trabajaron con esta variable fueron tomados mediante la técnica de observación directa.	<p>Porcentaje de fibras PET recicladas en la mezcla de concreto</p> <p>Densidad del concreto con fibras PET recicladas</p> <p>Homogeneidad de la distribución de fibras</p>	<p>Porcentaje de fibra reciclada</p> <p>Variación en la densidad</p> <p>Dimensiones de la fibra PET reciclada</p> <p>Uniformidad en la distribución de fibras</p>	<p>Trituradora de botellas PET, cortadora manual, balanza de precisión</p> <p>Mezcladora de concreto, equipo de muestreo</p> <p>Observación directa</p>

<p>Propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$.</p>	<p>Las propiedades mecánicas del concreto comprenden su comportamiento frente a distintos tipos de esfuerzos estructurales, tales como compresión, tracción y flexión, así como parámetros asociados como el módulo de elasticidad y la tenacidad. Estas propiedades dependen de la microestructura del material y de variables como la dosificación, el tipo de agregados, la relación agua/cemento y la adición de fibras o aditivos, factores que influyen directamente en la capacidad del concreto para resistir cargas y deformaciones (Mindess et al., 2020; Mehta & Monteiro, 2023).</p>	<p>La resistencia a la flexión del concreto fué medida mediante el ensayo de flexión en tres puntos de acuerdo con la NTP 339.060, que especifica el procedimiento para determinar la resistencia a la flexión de los concretos. Se utilizarán probetas estándar de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm². La resistencia a la compresión del concreto se determinó mediante el ensayo de compresión aplicado a especímenes cilíndricos, siguiendo los procedimientos establecidos en la NTP 339.033 y de manera complementaria, en la norma internacionales ASTM C39. Para este ensayo se emplearon cilindros de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. La resistencia a la tracción simple del concreto se determina mediante el ensayo directo de tracción siguiendo los lineamientos de las NTP y procedimientos internacionales como la ASTM C307 y ASTM C496. Para este ensayo se moldearon especímenes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Todos estos valores fueron tomados mediante la técnica de análisis documentario ya que los valores fueron proporcionados por los laboratorios donde se ensayaron los especímenes</p>	<p>Resistencia a la flexion</p>	<p>Valor máximo de carga soportada, resistencia a la flexion, compresión y tracción</p>	<p>Prensa de ensayo universal, extensómetros, probetas estándar, sistemas de registro de datos</p>
			<p>Resistencia a la compresión</p>		
			<p>Resistencia a la tracción simple</p>		
			<p>Asentamiento</p>	<p>Altura de asentamiento (cm o plg)</p>	<p>Cono de Abrans y herramientas manuales</p>

ANEXO 2. Procedimiento del trabajo decampo

3.8. Procedimiento del trabajo de campo



ANEXO 3. Panel fotográfico

Figura 16

Acopio de las botellas de plástico recicladas



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa la limpieza de las botellas recicladas, procedimiento descrito en el Ítem 3.5-cuadro de operacionalización de variables (2025).

Figura 17

Botellas recicladas limpias



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa la limpieza de las botellas recicladas, procedimiento descrito en el Ítem 3.5-cuadro de operacionalización de variables, variable contenido de fibras Pet recicladas (2025).

Figura 18

Tereftalato de polietileno cortadas



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa las fibras de tereftalato de polietileno ya cortadas y previas a su ultimo lavado, basado en los conceptos teóricos discutidos en el ítem 2.2.12. el concreto reforzado con fibras (2025).

Figura 19

Preparación de la mezcla de concreto.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa la preparación de la mezcla de concreto con adición de fibras de PET, procedimiento descrito en el Ítem 3.5-cuadro de operacionalización de variables, variable Propiedades mecánicas del concreto donde se indica las NTP encargadas de señalar el manejo del concreto en estado fresco (2025).

Figura 20

Desencofrado de especímenes



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa el desencofrado de los especímenes previos al ensayo a flexión, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.3 - muestra (2025).

Figura 21

Mezcla de concreto con adición de las fibras Pet



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa la mezcla de concreto con adición de fibras PET previos a ser colocado en los moldes, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.3 - muestra (2025).

Figura 22

Especímenes de concreto con adición de fibras PET



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa los especímenes previos al ensayo de flexión, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

Figura 23

Ensayo de flexión.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa el espécimen en la máquina universal para el ensayo de flexión., referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

Figura 24

Ensayo de compresión.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa los especímenes previos al ensayo de compresión, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

Figura 25

Ensayo de compresión.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa el espécimen en la máquina universal para el ensayo de compresión, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

Figura 26

Ensayo de compresión.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa el espécimen en la máquina universal para el ensayo de compresión, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

Figura 27

Ensayo de tracción.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa la instalación de la base de la máquina universal para el ensayo de tracción simple, procedimiento descrito en el Ítem 3.5-cuadro de operacionalización de variables, variable propiedades mecánicas del concreto donde se señala las NTP encargadas de marcar los lineamientos para el ensayo de tracción simple (2025).

Figura 28

Ensayo de tracción.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa la instalación de la base de la máquina universal para el ensayo de tracción simple, procedimiento descrito en el Ítem 3.5-cuadro de operacionalización de variables, variable propiedades mecánicas del concreto donde se señala las NTP encargadas de marcar los lineamientos para el ensayo de tracción simple (2025).

Figura 29

Ensayo de tracción.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa el espécimen en la máquina universal para el ensayo de tracción simple, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

Figura 30

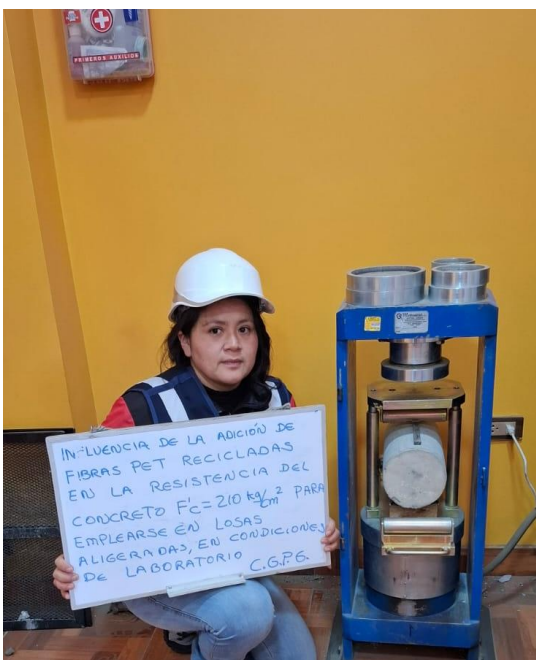
Ensayo de tracción.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa el espécimen en la máquina universal para el ensayo de tracción simple, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

Figura 31

Ensayo de tracción.



Nota: Elaboración propia, en la figura se observa el espécimen en la máquina universal para el ensayo de tracción simple, referida al procedimiento descrito en el ítem 3.8 - técnicas de procesamiento y análisis de datos (2025).

ANEXO 4 calibración de los equipos de laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0080-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0293
2. Solicitante	MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.
3. Dirección	PJ. SANTA ANITA BAR. VILLON BAJO LOTE. 18 ULTIMA CUADRA AV, MARSICAL T. LUZURIAGA ANCASH HUARAZ HUARAZ
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA
Marca	OHAUS
Modelo	R21P30ZH
N° de serie	8341160107
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Capacidad máxima:	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Capacidad mínima	200 g
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2025-02-06

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2025-02-20



Escanee el QR para
ver el certificado de
calibración



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 20/02/2025 13:37:40-0500

Jefe de Laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0080-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L. ubicado en Pj. Santa Anita Bar. Villon Bajo Lote. 18 Ultima Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga Ancash Huaraz Huaraz

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,8 °C	18,0 °C
Humedad relativa	57 %	60 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	0994-MPES-C-2024
PESATEC	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	1113-MPES-C-2024
PESATEC	Pesa de 10 kg de clase M1	0992-MPES-C-2024
PESATEC	Pesa de 20 kg de clase M1	0993-MPES-C-2024

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 30001 g)
- La división de verificación "e", la capacidad mínima y la clase de exactitud ha sido determinado por el fabricante
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento de calibración
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-0080-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	18,8 °C	18,8 °C

	Inicial	Final
Humedad	57,0 %	57,0 %

Carga L1		15 000,1 g	
I	ΔL	E	
g	g	g	
15 000	0,6	-0,2	
15 000	0,7	-0,3	
15 000	0,7	-0,3	
15 000	0,6	-0,2	
15 000	0,6	-0,2	
15 000	0,5	-0,1	
15 000	0,7	-0,3	
15 000	0,6	-0,2	
15 000	0,6	-0,2	
15 000	0,6	-0,2	
15 000	0,6	-0,2	
Dif Máx. Encontrada		0,2	
EMP		20	

Carga L2		30 000,5 g	
I	ΔL	E	
g	g	g	
30 001	0,4	0,6	
30 002	0,8	1,3	
30 001	0,3	0,8	
30 002	0,9	1,1	
30 002	0,7	1,3	
30 001	0,3	0,8	
30 001	0,4	0,6	
30 001	0,3	0,8	
30 002	0,9	1,1	
30 001	0,4	0,6	
Dif Máx. Encontrada		0,7	
EMP		30	

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	18,8 °C	18,8 °C

	Inicial	Final
Humedad	57,0 %	57,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E ₀ g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E _c g
1	100,0	100	0,7	-0,2	10 000,1	10 000	0,6	-0,2	0,0
2		100	0,5	0,0		9 999	0,3	-0,9	-0,9
3		100	0,5	0,0		9 999	0,4	-1,0	-1,0
4		100	0,7	-0,2		10 000	0,7	-0,3	-0,1
5		100	0,6	-0,1		9 999	0,6	-1,2	-1,1
Error máximo permitido (±)									20

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-0080-2025

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	18,6 °C	18,0 °C	Humedad	58,0 %	60,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g	
	l g	ΔL g	E g	Ec g	l g	ΔL g	E g	Ec g		
E ₀	100,0	100	0,7	-0,2						
	200,0	200	0,7	-0,2	0,0	200	0,8	-0,3	-0,1	10
	3 000,0	3 000	0,4	0,1	0,3	3 000	0,7	-0,2	0,0	10
	6 000,0	6 000	0,6	-0,1	0,1	6 000	0,6	-0,1	0,1	20
	9 000,0	8 999	0,7	-1,2	-1,0	9 000	0,6	-0,1	0,1	20
	12 000,1	12 000	0,6	-0,2	0,0	12 000	0,5	-0,1	0,1	20
	15 000,1	15 000	0,4	0,0	0,2	15 000	0,7	-0,3	-0,1	20
	18 000,1	18 000	0,5	-0,1	0,1	18 001	0,7	0,7	0,9	20
	21 000,4	21 000	0,3	-0,2	0,0	21 001	0,6	0,5	0,7	30
	24 000,4	24 001	0,6	0,5	0,7	24 001	0,9	0,2	0,4	30
	30 000,5	30 002	0,8	1,3	1,5	30 002	0,8	1,3	1,5	30

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza
l: Lectura de indicación de la balanza
E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero
Ec: Error corregido
ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,41 \text{ g}^2 + 0,0000000024 * R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000014 * R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-14534-2022

PROFORMA : 13042A

Fecha de emisión : 2022 - 08 - 05

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Dirección : Jr. Simon Bolivar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto Áncash - Huaraz - Huaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

Marca : METROTEST

Modelo : HID- 001

Nº Serie : MTT-024

Intervalo de indicación : 1000 kN

Resolución : 0,01 kN

Procedencia : No Indica

Código de Identificación : No Indica

Ubicación : Laboratorio

Fecha de Calibración : 2022 - 08 - 04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando un instrumento patrón calibrado.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,6°C	17,9°C
HUMEDAD RELATIVA	48,0%	48,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. Nº 0316

Certificado : TC-14534-2022

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión LFP 01 007 Clase de exactitud: 0,005 %	MANOMETRO PATRÓN 0,05 % 0 bar a 700 bar	LFP - C - 093 - 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kN)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
10,12	9,94	0,18	0,01
50,08	49,13	0,95	0,01
100,13	98,21	1,92	0,01
200,08	196,22	3,86	0,01
300,12	294,33	5,79	0,01
400,08	392,32	7,76	0,01
500,10	490,37	9,73	0,01
600,08	591,52	8,56	0,01
800,15	789,23	10,92	0,01

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0027-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0293		
2. Solicitante	MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.		
3. Dirección	PJ. SANTA ANITA BAR. VILLON BAJO LOTE. 18 ULTIMA CUADRA AV, MARISCAL T. LUZURIAGA ANCASH HUARAZ HUARAZ		
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)		
Marca	METROTEST		
Modelo	MC-160		
N° de serie	250		
Identificación	NO INDICA		
Procedencia	PERU		
Intervalo de indicación	0 kN a 1000 kN		
Resolución	0,01 kN		
Clase de exactitud	NO INDICA		
Modo de fuerza	Compresión		
Indicador Digital			
Marca	METROTEST	Serie	MTT-024
Modelo	MID-001	Resolución	0,01 kN
Transductor de Presión			
Marca	NO INDICA	Serie	NO INDICA
Modelo	NO INDICA		
5. Fecha de calibración	2025-02-06		

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2025-02-20



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 20/02/2025 04:08:41-0500



Jefe de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0027-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L. ubicado en Pj. Santa Anita Bar. Villon Bajo Lote.
18 Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga Ancash Huaraz Huaraz

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	18,7 °C	18,2 °C
Humedad relativa	56 %	60 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 272 kg	INF-LE N° 070-24 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0027-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kN	Ascenso kN	Ascenso kN	Descenso kN	Ascenso kN		
%	kN						kN	kN
10	100,00	100,58	100,43	100,28	--	--	100,43	-0,43
20	200,00	200,83	200,68	200,49	--	--	200,66	-0,66
30	300,00	300,78	300,78	300,59	--	--	300,72	-0,72
40	400,00	399,71	399,81	399,46	--	--	399,66	0,34
50	500,00	500,74	500,44	499,95	--	--	500,38	-0,38
60	600,00	601,52	601,52	601,03	--	--	601,35	-1,35
70	700,00	702,93	702,93	702,39	--	--	702,75	-2,75
80	800,00	805,09	804,74	804,20	--	--	804,68	-4,68
90	900,00	906,40	906,21	905,47	--	--	906,03	-6,03
100	960,00	966,94	966,74	965,90	--	--	966,53	-6,53

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kN						%
10	100	-0,43	0,29	--	0,01	--	0,95
20	200	-0,33	0,17	--	0,01	--	0,54
30	300	-0,24	0,06	--	0,00	--	0,41
40	400	0,08	0,09	--	0,00	--	0,36
50	500	-0,08	0,16	--	0,00	--	0,35
60	600	-0,23	0,08	--	0,00	--	0,32
70	700	-0,39	0,08	--	0,00	--	0,31
80	800	-0,58	0,11	--	0,00	--	0,31
90	900	-0,67	0,10	--	0,00	--	0,31
100	960	-0,68	0,11	--	0,00	--	0,30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Cero f ₀
	q %	b %	v %	a %	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f ₀)	0,00 %
---	--------

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0027-2025

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 5 ensayos de laboratorio



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Arena Gruesa + Piedra Chancada 1/2" a 3/4"

DISEÑO: $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

INFORME N° 314-2022-3R-LG

TESISTA : CARLA GRISELLE POMA GONZALES

TESIS : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS "

CANTERA : PARIAHUANCA

FECHA : JUNIO DE 2022

MATERIALES:

AGREGADOS : Material de cantera traído por el interesado.

CEMENTO : Portland Tipo I ASTM C-150

Peso Específico = 3.11 gr/cm^3

DATOS DEL AGREGADO FINO: Arena Gruesa

MODULO DE FINEZA	=	3.86
PESO ESPECIFICO	=	2.63 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	2.41 %
ABSORCION	=	1.85 %
PESO SECO SUELTO	=	1661 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1885 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO: Piedra Chancada 3/4"

PESO ESPECIFICO	=	2.62 Tn/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	=	0.44 %
ABSORCION	=	0.86 %
PESO SECO SUELTO	=	1320 Kg/m ³
PESO SECO COMPACTADO	=	1556 Kg/m ³

VALORES DE DISEÑO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'_c)	=	210 Kg/cm ²
REVENIMIENTO	=	2 a 4 pulg
TAMAÑO MAXIMO	=	3/4 pulg



REGISTRO INDECOPI N° 00131871
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57800
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica
 JEFE DE LABORATORIO






AGUA DE MEZCLADO	=	196 Kg/m ³
Factor de Seguridad	=	84
$f'_{cr} = f'_c + \text{Factor de Seguridad}$	=	294 Kg/cm ²
AIRE TOTAL (%)	=	2.00
RELACION A/C	=	0.48
CONTENIDO DE CEMENTO	=	408.3 Kg/m³ = 9.6 bls.
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	=	0.50 M ³
CONTENIDO DE AGREG. GRUESO	=	771.9 Kg.
PESO DEL CONCRETO	=	2345.0 Kg/m ³
CONTENIDO DE AGREG. FINO	=	968.7 Kg.
AJUSTE POR HUMEDAD:		
AGREGADO GRUESO	=	775.3 Kg.
AGREGADO FINO	=	992.1 Kg.
AGUA DE MEZCLA NETA:		
AGUA EN EL AGREG. GRUESO	=	2.1 Kg.
AGUA EN EL AGREG. FINO	=	5.6 Kg.
AGUA DE MEZCLADO NETA	=	188.4 Kg.



CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO Y PROPORCIONES

DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE:

Cemento	408.3 Kg. =	9.6 Bolsas
Agregado Grueso	775.3 Kg.	
Agregado Fino	992.1 Kg.	
Agua de Mezclado	188.4 Kg.	



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE:

Cemento	408.3 Kg. =	9.6 bls =	0.271 M ³
Agregado Grueso	0.58 M ³		
Agregado Fino	0.58 M ³		
Agua de Mezclado	0.188 M ³ =	188 Lts.	

La proporción será:

Cemento	=	1.0
Agregado Grueso - Piedra Chancada 3/4"	=	2.1
Agregado Fino - Arena Gruesa	=	2.1

Recomendaciones:

- Lavar el agregado fino, hasta obtener el porcentaje permisible de finos.
- Zarandear el agregado grueso, hasta obtener el tamaño máximo del diseño.



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871





TESISTA	: CARLA GRISELLE POMA GONZALES		
TESIS	: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 Kg/cm2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS "		
	CANTERA:	: PARIAHUANCA	
	FECHA	: JUNIO DE 2022	

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

POZO	C-01		C-02	
	MA-01 (Ag. Fino)		MA-01 (Ag. Grueso)	
MATERIAL	ARENA GRUESA		PIEDRA CHANCADA	
FRASCO N°	1	2	3	4
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	260.84	252.60	234.07	194.82
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	255.72	247.74	233.01	194.30
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	5.12	4.86	1.06	0.52
(4) Pfr (gr)	49.70	40.10	37.17	38.03
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	206.02	207.64	195.84	156.27
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	2.49	2.34	0.54	0.33
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	2.41%		0.44%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr
INGENIERO CIVIL CIP N° 67800
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 00131871





TESISTA : CARLA GRISELLE POMA GONZALES	CANTERA : PARIAHUANCA
TESIS : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F _c =210 Kg/cm ² PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS"	ARENA GRUESA
	FECHA : JUNIO DE 2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

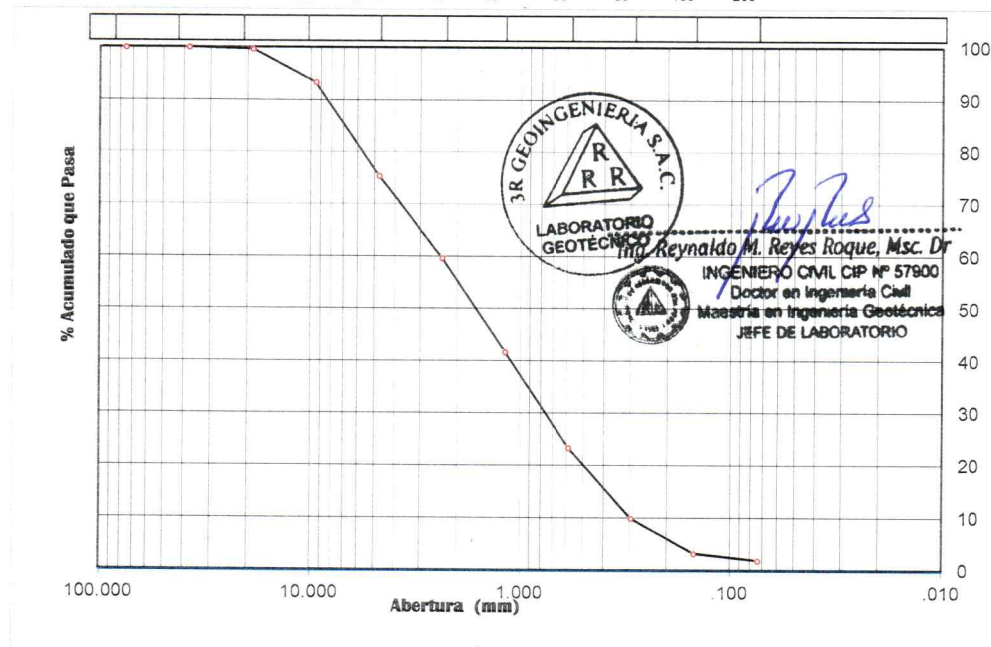
CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO : 2,609.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 1.88
 PESO LAVADO SECO : 2,561.00 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	9.50	0.36	0.36	99.64
3/8"	9.525	164.70	6.31	6.68	93.32
No 4	4.760	467.20	17.91	24.58	75.42
No 8	2.380	408.60	15.66	40.25	59.75
No 16	1.190	467.60	17.92	58.17	41.83
No 30	0.590	480.50	18.42	76.58	23.42
No 50	0.297	351.30	13.46	90.05	9.95
No 100	0.149	175.40	6.72	96.77	3.23
No 200	0.074	35.20	1.35	98.12	1.88
> No 200	0.000	1.00	0.04	98.16	
TOTAL		2561.00	98.16		

Nota: Limite máximos de finos = 5%

GRAVA			ARENA				FINOS			
3"	1 1/2"	3/4"	3/8"	N° 4	8	16	30	50	100	200



GRAVA (%) = 24.58 ARENA (%) = 73.54 FINOS (%) = 1.88

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871





TESISTA : CARLA GISELLE POMA GONZALES

TESIS : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POI CANTERA: : PARIHUANCA
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ PIEDRA CHANCADA
PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS " FECHA : JUNIO DE 2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

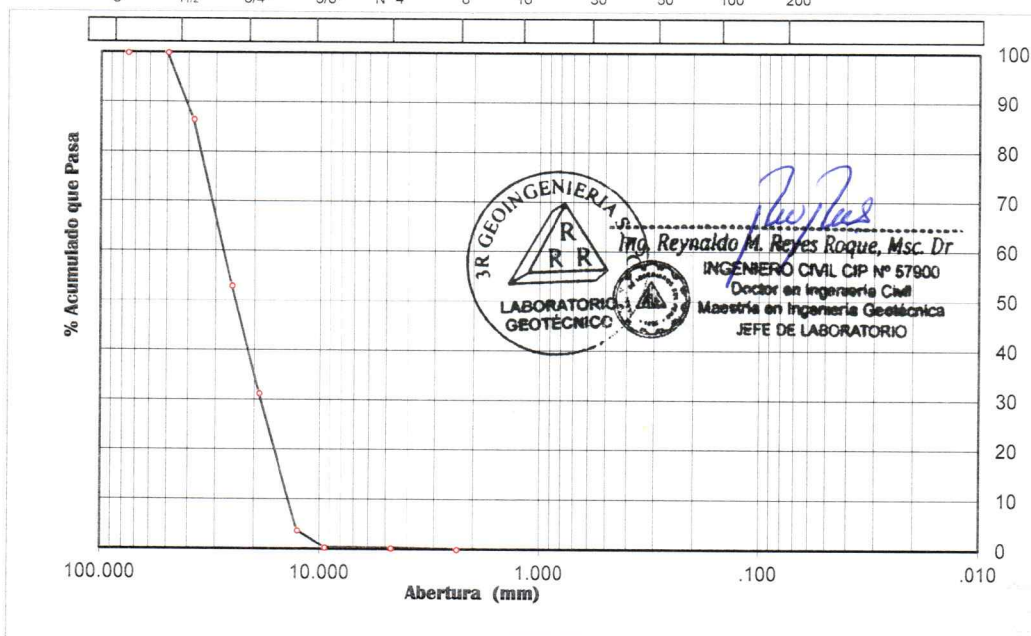
CLASIFICACION ASTM C-33

PESO INICIAL SECO : 2,985.00 grs TAMAÑO MÁXIMO : 3/4"

PESO LAVADO SECO : 2,978.00 grs % QUE PASA MALLA No 4 : 0.28
% RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	402.40	13.48	13.48	86.52
1"	25.400	998.20	33.44	46.92	53.08
3/4"	19.050	648.80	21.74	68.66	31.34
1/2"	12.700	823.60	27.59	96.25	3.75
3/8"	9.525	101.80	3.41	99.66	0.34
No 4	4.760	1.70	0.06	99.72	0.28
No 8	2.380	0.50	0.02		0.00
No 16	1.190	0.30	0.01		
No 30	0.590	0.40	0.01		
No 50	0.297	0.30	0.01		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		2978.00	99.77		

GRAVA				ARENA				FINOS			
3"	1 1/2"	3/4"	3/8"	N° 4	8	16	30	50	100	200	



3R GEOINGENIERÍA S.A.C.
LABORATORIO GEOTECNICO

Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO

GRAVA (%) = 99.72

ARENA (%) = 0.28

FINOS (%) = 0.00



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871





TESISTA	: CARLA GRISELLE POMA GONZALES	
TESIS	: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c=210 Kg/cm2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS"	CANTERA: : PARIAHUANCA
		FECHA : JUNIO DE 2022

PESO UNITARIO FINO - ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	5486.00	5498.00	5409.00	5673.00	5685.00	5663.00
PESO DEL MOLDE	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00
PESO DEL MATERIAL	1578.00	1590.00	1501.00	1765.00	1777.00	1755.00
VOLUMEN DEL MOLDE	936.83	936.83	936.83	936.83	936.83	936.83
PESO UNITARIO	1.684	1.697	1.602	1.884	1.897	1.873
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.661			1.885		



PESO UNITARIO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	5142.00	5137.00	5154.00	5350.00	5363.00	5385.00
PESO DEL MOLDE	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00	3908.00
PESO DEL MATERIAL	1234.00	1229.00	1246.00	1442.00	1455.00	1477.00
VOLUMEN DEL MOLDE	936.83	936.83	936.83	936.83	936.83	936.83
PESO UNITARIO	1.317	1.312	1.330	1.539	1.553	1.577
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.320			1.556		

REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION

TESISTA : CARLA GRISELLE POMA GONZALES

TESIS : "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO
RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO $F'c=210$ Kg/cm²
PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS "

CANTERA : PARIAHUANCA

FECHA : JUNIO DE 2022

Identificación (Agregado)		FINO	GRUESO
Tamaño Máximo de la muestra		Malla # 4	1/2"
Tipo de Frasco Utilizado		Fiola	Probeta
Peso Frasco + Agua	=(A)	648.50	1667.00
Peso mat. y Sup. Seca en Aire	=(B)	200.00	500.00
Mat. Sat. + Agua + Frasco: A+B	=(C)	848.50	2167.00
Peso Global con Desplaz. de Vol.	=(D)	772.50	1976.20
Peso Vol. Masa + Vol. Vacíos: C-D	=(E)	76.00	190.80
Peso Mat. Sat. y Sup. Seca en Agua	=(F)	-----	-----
Peso Secado en Estufa a 105°C	=(G)	-----	-----
Peso del Vol. De la Masa: E-(B-C)	=(H)	-----	-----
P.E. Bulk (Base Seca)	=G/E	-----	-----
P.E. Bulk (Base Saturada)	=B/E	2.63	2.62
P.E. Aparente o Relativo	=G/H	-----	-----

N° de Tarro		10	13
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire	=(a)	110.55	125.37
Peso del Tarro + Mat. Secado en Estufa	=(b)	108.96	124.50
Peso del Agua (a-b)	=(c)	1.59	0.87
Peso del Tarro	=(d)	23.10	22.98
Peso del Material Secado en Estufa (b-d)	=(e)	85.86	101.52
Porcentaje de Absorción	=(c)x100/e	1.85	0.86



REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N°00131871



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, Msc. Dr
INGENIERO CIVIL CIP N° 67800
Doctor en Ingeniería Civil
Maestría en Ingeniería Geotécnica
JEFE DE LABORATORIO



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

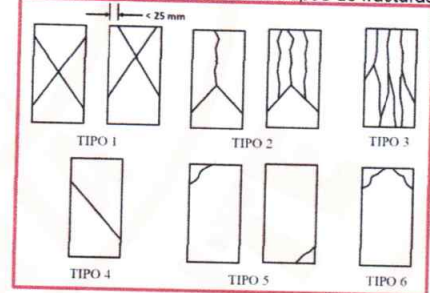
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	PATRON - M-01	210	03/10/2025	10/10/2025	7	27,125.8	176.7	154	Tipo 3	73
2	PATRON - M-02	210	03/10/2025	10/10/2025	7	27,924.5	176.7	158	Tipo 3	75
3	PATRON - M-03	210	03/10/2025	10/10/2025	7	28,302.7	176.7	160	Tipo 2	76

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, como no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	PATRON - M-01	210	03/10/2025	17/10/2025	14	32,195.7	176.7	182	Tipo 2	87
2	PATRON - M-02	210	03/10/2025	17/10/2025	14	33,752.6	176.7	191	Tipo 3	91
3	PATRON - M-03	210	03/10/2025	17/10/2025	14	33,399.1	176.7	189	Tipo 4	90

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

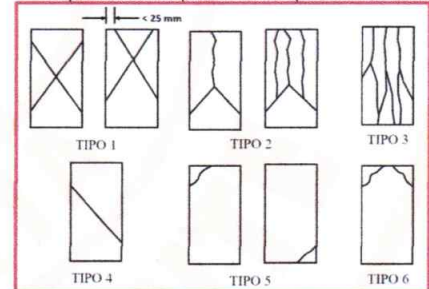
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	PATRON - M-01	210	03/10/2025	31/10/2025	28	40,381.1	176.7	229	Tipo 5	109
2	PATRON - M-02	210	03/10/2025	31/10/2025	28	39,617.7	176.7	224	Tipo 5	107
3	PATRON - M-03	210	03/10/2025	31/10/2025	28	40,746.9	176.7	231	Tipo 2	110

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

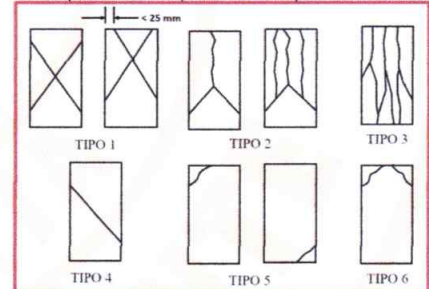
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Rubén Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	10/10/2025	7	28,007.6	176.7	158	Tipo 4	75
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	10/10/2025	7	28,339.8	176.7	160	Tipo 4	76
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	10/10/2025	7	28,728.6	176.7	163	Tipo 2	77

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

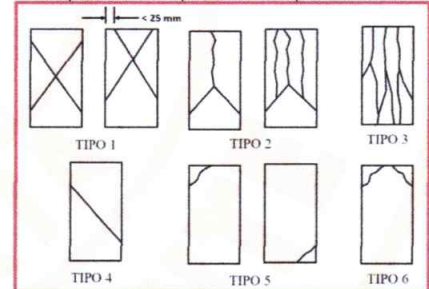
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	17/10/2025	14	33,326.7	176.7	189	Tipo 4	90
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	17/10/2025	14	33,635.9	176.7	190	Tipo 4	91
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	17/10/2025	14	32,653.4	176.7	185	Tipo 5	88

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

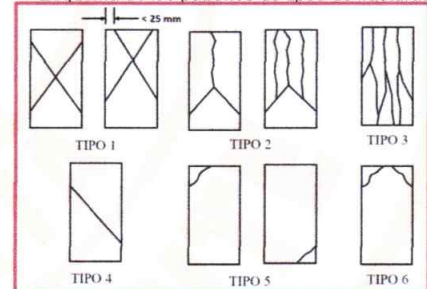
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

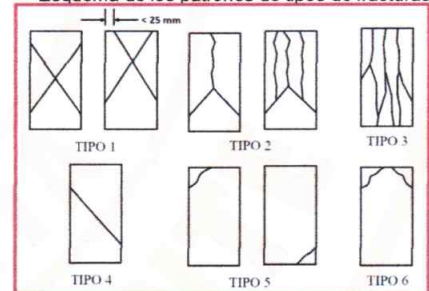
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	31/10/2025	28	41,612.8	176.7	235	Tipo 2	112
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	31/10/2025	28	40,907.8	176.7	231	Tipo 3	110
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	210	03/10/2025	31/10/2025	28	41,098.6	176.7	233	Tipo 3	111

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



[Firma]
Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 162939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

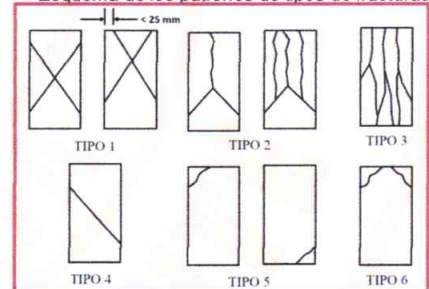
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	29,615.7	176.7	168	Tipo 4	80
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	29,774.7	176.7	168	Tipo 2	80
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	30,092.8	176.7	170	Tipo 3	81

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

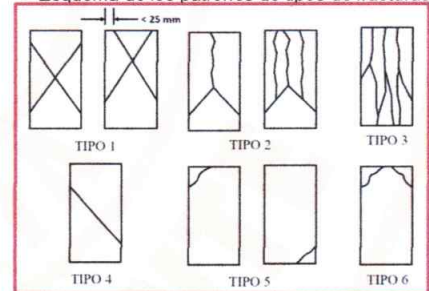
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	33,961.1	176.7	192	Tipo 3	92
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	33,676.6	176.7	191	Tipo 3	91
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	33,461.0	176.7	189	Tipo 3	90

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Dario Granda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

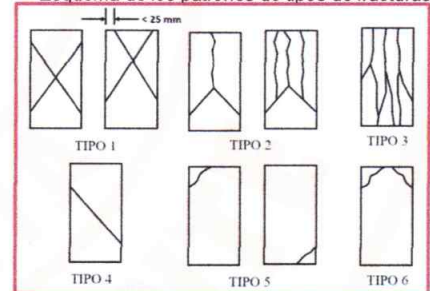
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	42,144.8	176.7	238	Tipo 4	114
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	42,443.4	176.7	240	Tipo 4	114
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	43,380.0	176.7	245	Tipo 2	117

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPÍ N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	30,474.5	176.7	172	Tipo 3	82
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	31,206.1	176.7	177	Tipo 3	84
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	30,884.5	176.7	175	Tipo 2	83

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

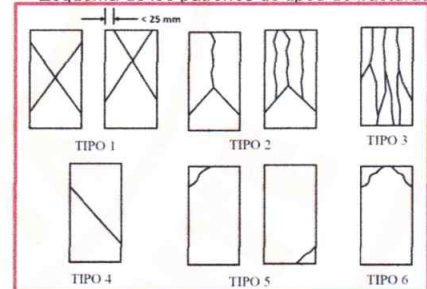
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

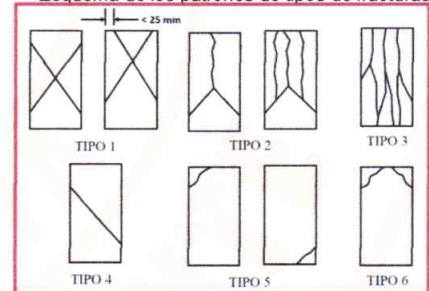
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	34,420.5	176.7	195	Tipo 2	93
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	34,519.5	176.7	195	Tipo 3	93
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	34,736.9	176.7	197	Tipo 4	94

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

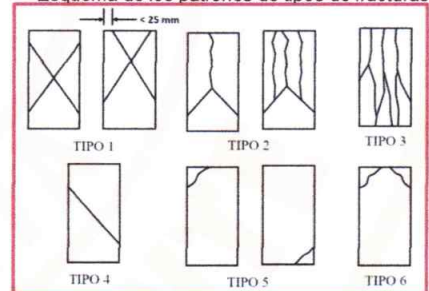
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	43,443.6	176.7	246	Tipo 5	117
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	44,238.8	176.7	250	Tipo 5	119
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	43,183.8	176.7	244	Tipo 2	116

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

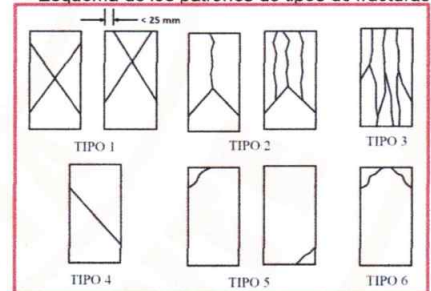
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	32,013.7	176.7	181	Tipo 3	86
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	31,515.4	176.7	178	Tipo 3	85
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	11/10/2025	7	31,057.7	176.7	176	Tipo 2	84

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 182939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

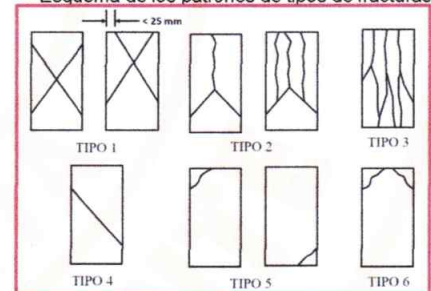
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	35,403.1	176.7	200	Tipo 2	95
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	36,311.4	176.7	205	Tipo 3	98
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	18/10/2025	14	34,701.5	176.7	196	Tipo 4	94

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Ruben Darío Aranda Leiva
 Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RB-029-MATHLAB-2025

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

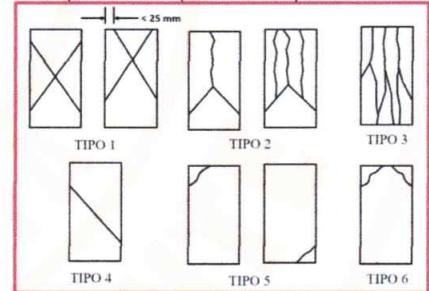
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	44,809.6	176.7	254	Tipo 5	121
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	44,846.7	176.7	254	Tipo 5	121
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	210	04/10/2025	01/11/2025	28	45,415.8	176.7	257	Tipo 2	122

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

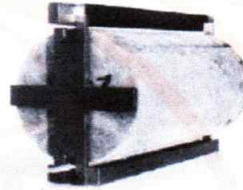
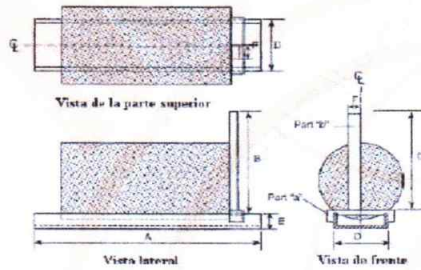
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	--	(mm)	(N)	(MPa)
1	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	10/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	106,000.0	1.50
2	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	10/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	103,000.0	1.46
3	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	10/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	102,540.0	1.45

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

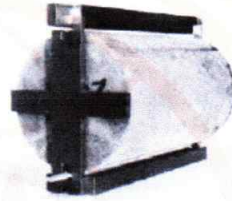
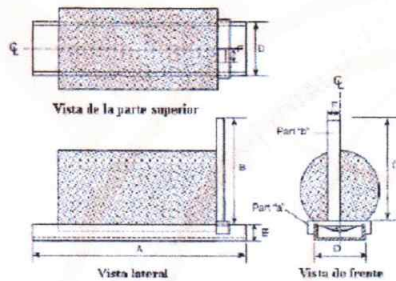
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	--	(mm)	(N)	(MPa)
1	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	17/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	124,580.0	1.76
2	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	17/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	123,700.0	1.75
3	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	17/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	126,200.0	1.79

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

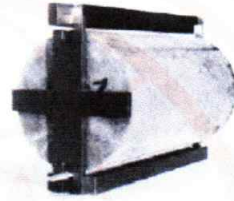
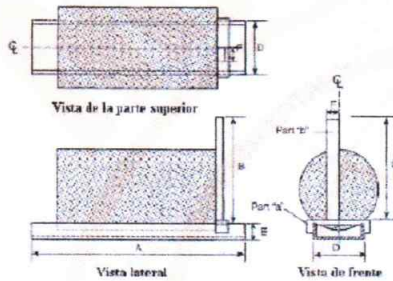
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

fc de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
			Mpa	MOLDEO						
1	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	31/10/2025	28	150.00	3.1416	300.00	156,000.0	2.21
2	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	31/10/2025	28	150.00	3.1416	300.00	157,510.0	2.23
3	MUESTRA PATRON	21.00	03/10/2025	31/10/2025	28	150.00	3.1416	300.00	153,770.0	2.18

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

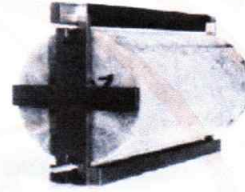
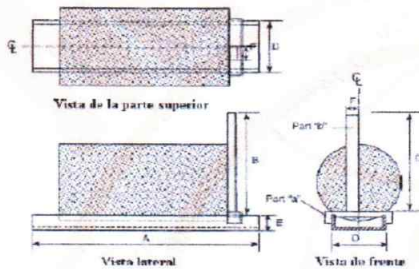
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño 21.00 Mpa Altura: 30.00 cm. Diametro: 15.00 cm.



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura	
Nº	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)	
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	10/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	105,300.0	1.49
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	10/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	107,160.0	1.52
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	10/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	108,840.0	1.54

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Ruben Dario Aranda Loiva
 Dr. Ruben Dario Aranda Loiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

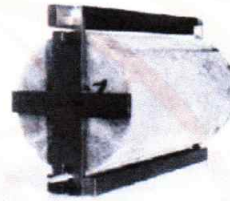
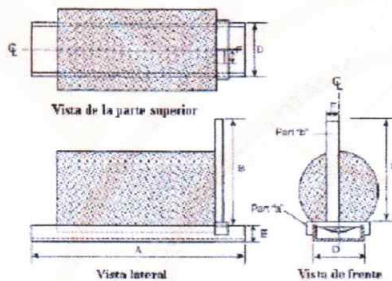
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL
CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN
CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA	EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
Nº	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(N)	(MPa)		
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	17/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	127,100.0	1.80
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	17/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	127,610.0	1.81
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	17/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	130,180.0	1.84

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025




Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

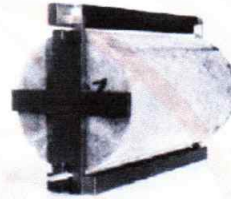
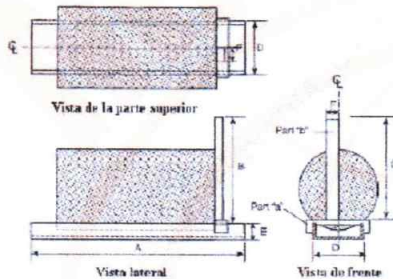
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	--	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	31/10/2025	28	150.00	3.1416	300.00	158,310.0	2.24
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	31/10/2025	28	150.00	3.1416	300.00	159,770.0	2.26
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	03/10/2025	31/10/2025	28	150.00	3.1416	300.00	164,300.0	2.32

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025




Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TO-002-MATHLAB-2025

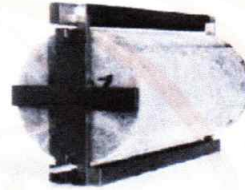
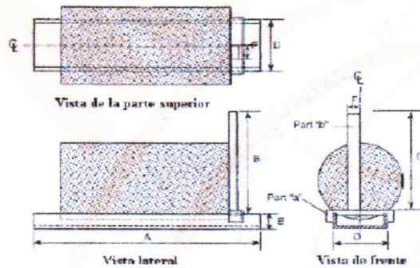
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA		(mm)	--	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	11/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	114,000.0	1.61
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	11/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	112,840.0	1.60
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	11/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	115,840.0	1.64

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



[Signature]
Dr. Ruben Darío Aranda Meiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

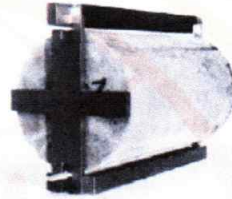
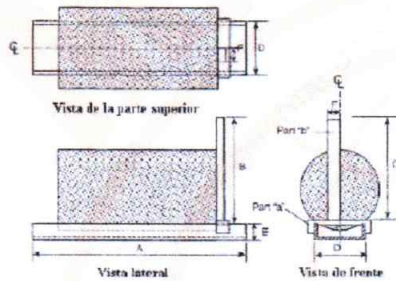
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura	
Nº	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)	
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	18/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	135,480.0	1.92
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	18/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	134,570.0	1.90
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	18/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	136,410.0	1.93

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

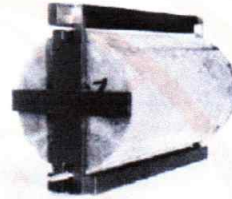
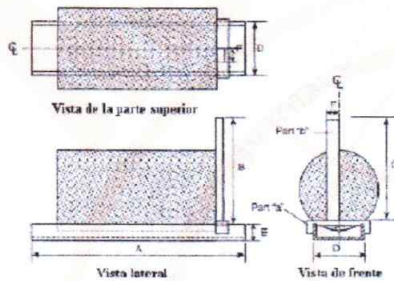
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Mpa	FECHA		EDAD DIAS	Diametro (d) (mm)	PI (π)	LONGITUD (l) (mm)	CARGA (P) (N)	Modulo de Rotura (MPa)
			MOLDEO	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	01/11/2025	28	150.00	3.1416	300.00	160,800.0	2.27
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	01/11/2025	28	150.00	3.1416	300.00	162,440.0	2.30
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	04/10/2025	01/11/2025	28	150.00	3.1416	300.00	161,480.0	2.28

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025




Dr. Rubén Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

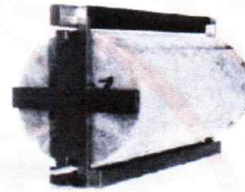
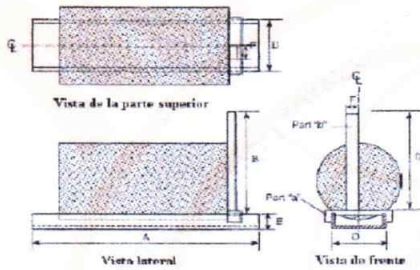
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL
CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN
CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

Fc de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura	
Nº	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)	
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	11/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	118,450.0	1.68
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	11/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	120,100.0	1.70
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	11/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	117,360.0	1.66

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

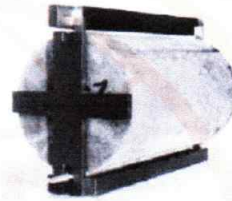
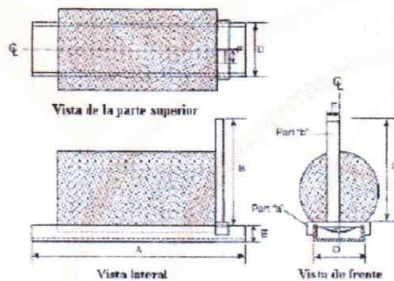
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

Fc de Diseño **21.00 Mpa** **Altura:** 30.00 cm. **Diametro:** 15.00 cm.



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	--	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	18/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	139,480.0	1.97
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	18/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	138,210.0	1.96
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	18/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	140,220.0	1.98

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



Rubén Darío Aranda Leiva
Dr. Rubén Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

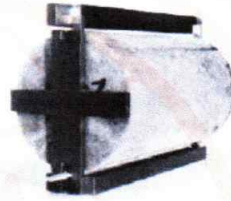
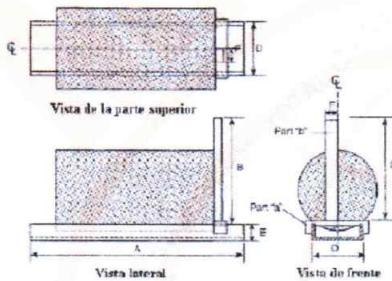
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
Nº	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	01/11/2025	28	150.00	300.00	169,000.0	2.39
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	01/11/2025	28	150.00	300.00	171,160.0	2.42
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	04/10/2025	01/11/2025	28	150.00	300.00	168,500.0	2.38

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



[Signature]
Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

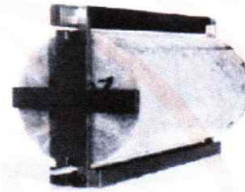
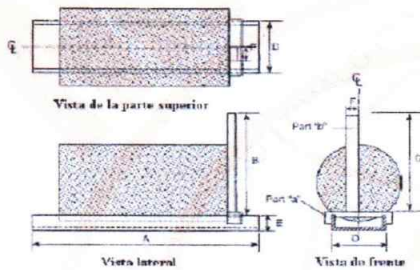
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL
CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN
CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 30.00 cm.	Diametro: 15.00 cm.
--------------------------	-----------	-------------------	---------------------



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	--	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	13/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	120,170.0	1.70
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	13/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	122,740.0	1.74
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	13/10/2025	7	150.00	3.1416	300.00	119,550.0	1.69

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025




Dr. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

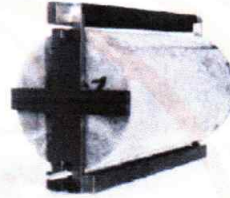
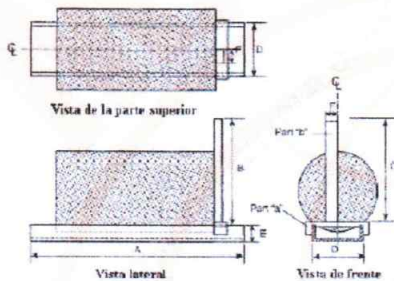
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 30.00 cm. Diametro: 15.00 cm.



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DESCRIPCION	DISEÑO		FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
			Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	20/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	141,480.0	2.00		
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	20/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	139,570.0	1.97		
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	20/10/2025	14	150.00	3.1416	300.00	142,570.0	2.02		

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025



[Signature]
Dr. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Doctor en Ingeniería Civil
Especialista en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° TD-002-MATHLAB-2025

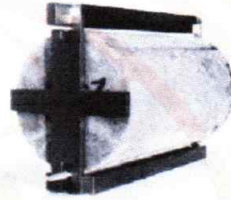
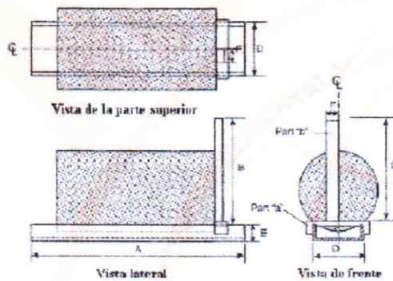
ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO POR COMPRESION DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILINDRICA

Norma NTP 339.084 (Revisada el 2017)

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f'c de Diseño 21.00 Mpa Altura: 30.00 cm. Diametro: 15.00 cm.



$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DESCRIPCION	DISEÑO		FECHA		EDAD	Diametro (d)	PI (π)	LONGITUD (l)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
			Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	03/11/2025	28	150.00	3.1416	300.00	176,320.0	2.49		
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	03/11/2025	28	150.00	3.1416	300.00	174,590.0	2.47		
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	06/10/2025	03/11/2025	28	150.00	3.1416	300.00	172,350.0	2.44		

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: CA-F-0027-2025




Ruben Dario Aranda Aciva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
 Doctor en Ingeniería Civil
 Maestro en Ingeniería Geotécnica y Estructural



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

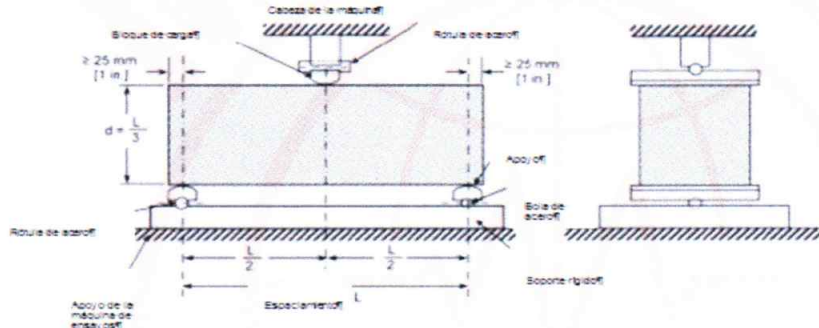
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	PATRON M-1	21.00	07/12/2022	14/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	6,252.0	1.39
2	PATRON M-2	21.00	07/12/2022	14/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	6,515.0	1.45
3	PATRON M-3	21.00	07/12/2022	14/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	6,415.0	1.43

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022

MATHLAB
 INGENIERIA SISMORRESISTENTE
 RUBEN DARIO ARANDA LEIVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

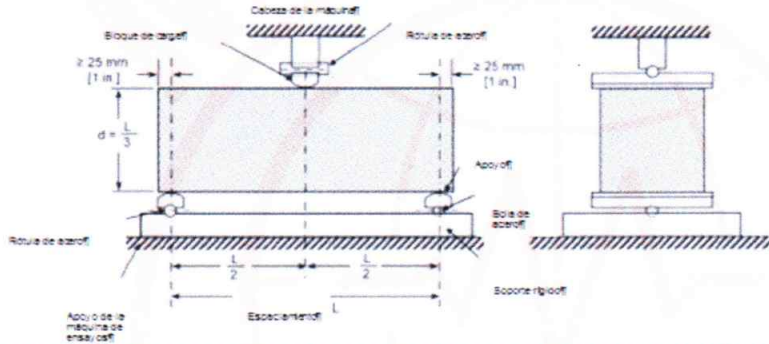
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f'c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura	
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	PATRON M-1	21.00	07/12/2022	21/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	7,426.0	1.65
2	PATRON M-2	21.00	07/12/2022	21/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	7,326.0	1.63
3	PATRON M-3	21.00	07/12/2022	21/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	7,254.0	1.61

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022

MATHLAB
 INGENIERIA SISMORRESISTENTE
 RUBÉN DARIO ARANDA LEIVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

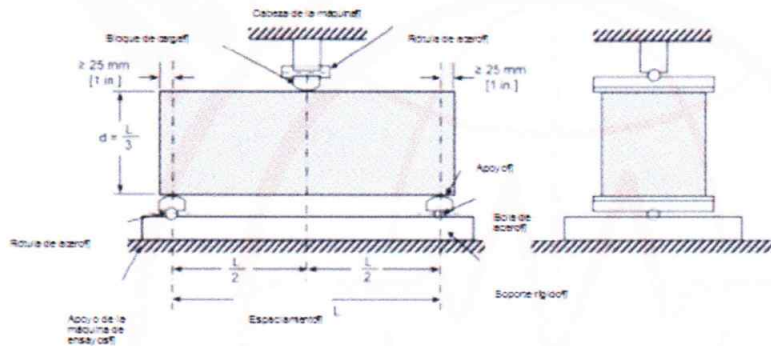
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño 21.00 Mpa Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	PATRON M-1	21.00	30/11/2022	28/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	9,525.0	2.12
2	PATRON M-2	21.00	30/11/2022	28/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	9,655.0	2.15
3	PATRON M-3	21.00	30/11/2022	28/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	9,588.0	2.13

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBÉN DARIO ARANDA LEIVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

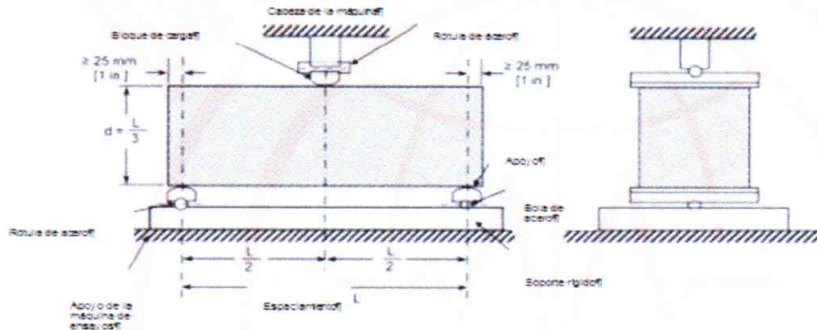
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	08/12/2022	15/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	6,525.0	1.45
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	08/12/2022	15/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	6,715.0	1.49
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	08/12/2022	15/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	6,325.0	1.41

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

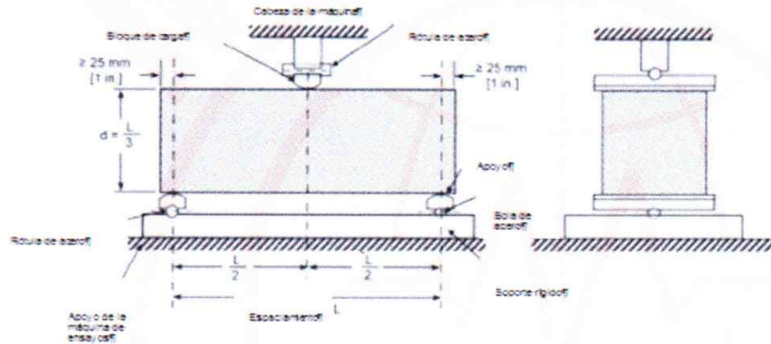
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	08/12/2022	22/12/2022	14	150.00	150.00	7,702.0	1.71
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	08/12/2022	22/12/2022	14	150.00	150.00	7,750.0	1.72
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	08/12/2022	22/12/2022	14	150.00	150.00	7,788.0	1.73

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBÉN DARIO ARANDA LEIVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

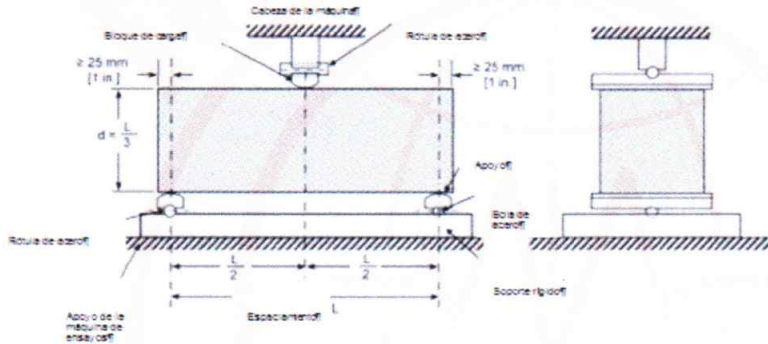
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	01/12/2022	29/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	10,212.0	2.27
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	01/12/2022	29/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	10,186.0	2.26
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 0.75%	21.00	01/12/2022	29/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	10,028.0	2.23

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

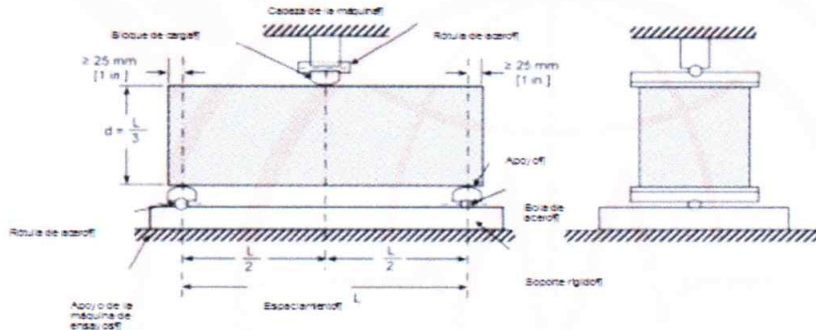
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA	DISEÑO	FECHA	EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura		
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	09/12/2022	16/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,102.0	1.80
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	09/12/2022	16/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,124.0	1.81
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	09/12/2022	16/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,215.0	1.83

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBEN DARIO ARANDA LEIVA
INGENIERO CIVIL
Req. CIP N° 182110



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

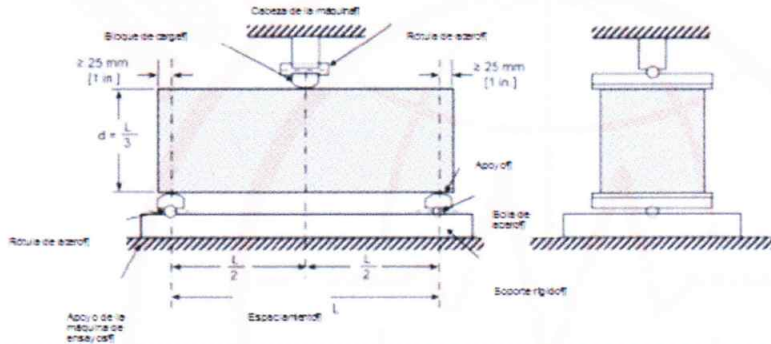
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : **ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE**

TESIS : **"INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".**

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA		DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	09/12/2022	23/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	8,625.0	1.92
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	09/12/2022	23/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	8,711.0	1.94
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	09/12/2022	23/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	8,602.0	1.91

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBÉN DARIO ARANDA LEIVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

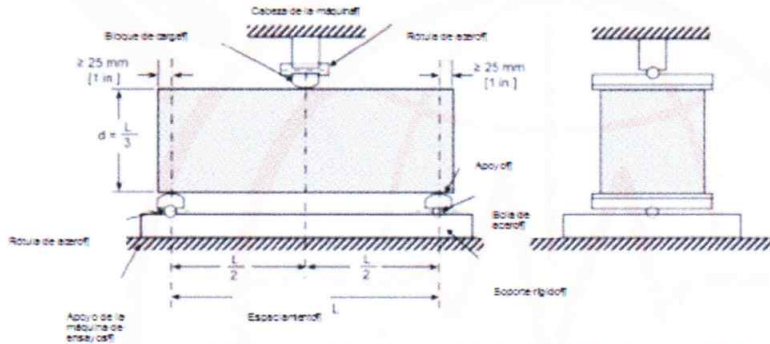
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : **ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE**

TESIS : **"INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022"**

f_c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA		DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	02/12/2022	30/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	10,436.0	2.32
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	02/12/2022	30/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	10,584.0	2.35
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 1.50%	21.00	02/12/2022	30/12/2022	28	150.00	150.00	500.00	10,626.0	2.36

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBEN DARIO ARANDA LEIVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

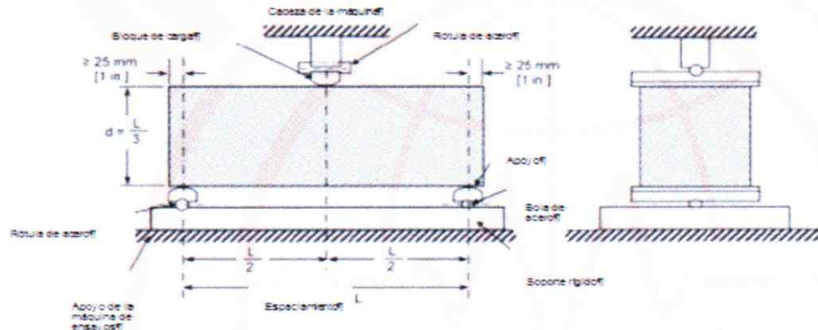
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL
CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN
CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f'c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA		DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	17/12/2022	24/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,453.0	1.88
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	17/12/2022	24/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,356.0	1.86
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	17/12/2022	24/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,410.0	1.87

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBEN DARIO
ARANDA LEIVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

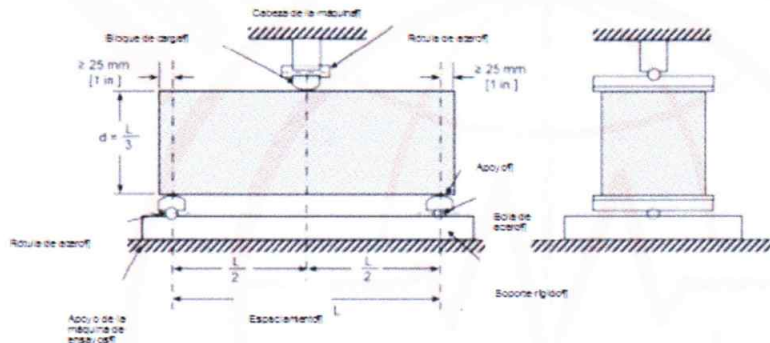
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f_c de Diseño 21.00 Mpa Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA		DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	24/12/2022	07/01/2023	14	150.00	150.00	500.00	9,325.0	2.07
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	24/12/2022	07/01/2023	14	150.00	150.00	500.00	9,215.0	2.05
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	24/12/2022	07/01/2023	14	150.00	150.00	500.00	9,188.0	2.04

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBEN DARIO ARANDA LEIVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

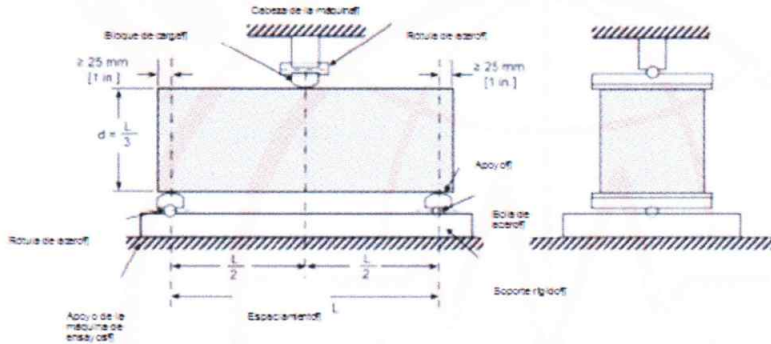
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f _c de Diseño	21.00 Mpa	Altura: 15.00 cm.	Ancho: 15.00 cm.	Longitud : 50.00 cm
--------------------------	-----------	-------------------	------------------	---------------------



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

N°	DESCRIPCION	DISEÑO Mpa	FECHA		EDAD DIAS	ANCHO (b) (mm)	ALTO (h) (mm)	LONGITUD (L) (mm)	CARGA (P) (N)	Modulo de Rotura (MPa)
			MOLDEO	ROTURA						
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	31/12/2022	28/01/2023	28	150.00	150.00	500.00	11,085.0	2.46
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	31/12/2022	28/01/2023	28	150.00	150.00	500.00	10,965.0	2.44
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.00%	21.00	31/12/2022	28/01/2023	28	150.00	150.00	500.00	11,031.0	2.45

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados será responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBEN DARIO ARANDA LEIVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
 Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

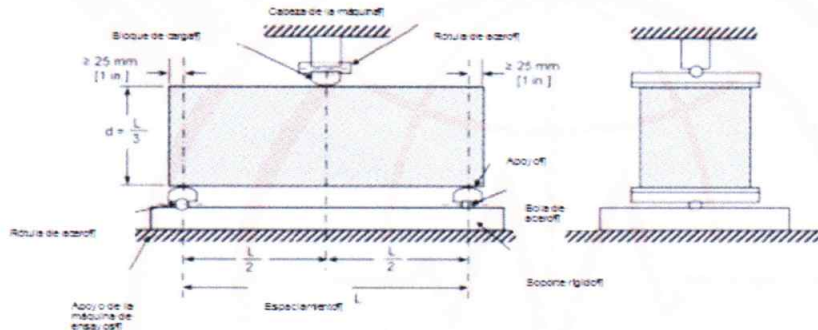
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f'c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA		DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	15/12/2022	22/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,754.0	1.95
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	15/12/2022	22/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,565.0	1.90
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	15/12/2022	22/12/2022	7	150.00	150.00	500.00	8,699.0	1.93

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBEN DARIO ARANDA LEIVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión de Calidad y Seguridad

INFORME N° RV-003-MATHLAB-2022

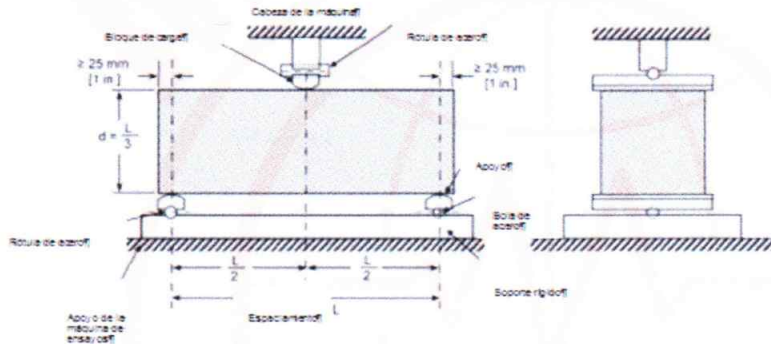
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO

Norma MTC E 711 - NTP 333.079

SOLICITA : ING. POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE FIBRAS PET RECICLADAS EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 PARA EMPLEARSE EN LOSAS ALIGERADAS, EN CONDICIONES DE LABORATORIO 2022".

f'c de Diseño **21.00 Mpa** Altura: 15.00 cm. Ancho: 15.00 cm. Longitud : 50.00 cm



$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

VIGA		DISEÑO	FECHA		EDAD	ANCHO (b)	ALTO (h)	LONGITUD (L)	CARGA (P)	Modulo de Rotura
N°	DESCRIPCION	Mpa	MOLDEO	ROTURA	DIAS	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(MPa)
1	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	15/12/2022	29/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	9,685.0	2.15
2	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	15/12/2022	29/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	9,754.0	2.17
3	CONCRETO CON LA ADICIÓN DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO AL 2.50%	21.00	15/12/2022	29/12/2022	14	150.00	150.00	500.00	9,415.0	2.09

OBSERVACIONES:

- Las muestras de Vigas de Concreto fueron traídos por el Solicitante para sus respectivas pruebas.
- La interpretación de los resultados sera responsabilidad del solicitante

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0190-2022



RUBEN DARIO ARANDA LEIVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 162939



Dirección: Pje. Santa Anita Lt. 18 S/N Bar. Villón Bajo
Ref. Última Cuadra Av. Mariscal T. Luzuriaga
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 941 534 134 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



