

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

Facultad de ingeniería

Escuela profesional de ingeniería civil



TESIS

“Efectos de la adición de fibra de nylon 120D/2 en las propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión del concreto de $f'c$ 210 kg/cm², Abancay, Apurímac, 2020”.

Presentado por:

Bach. CARLOS ALBERTO LAGOS QUISPE

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Abancay – Apurímac – Perú

2023

Tesis

“Efectos de la adición de fibra de nylon 120D/2 en las propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión del concreto de $f'c$ 210 kg/cm², Abancay, Apurímac, 2020”

Línea de investigación:

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible

Asesor

Ing. Holguer Cayo Baca



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“EFECTOS DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE NYLON 120D/2 EN LAS PROPIEDADES PLÁSTICAS Y MECÁNICAS EN COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO DE F’C 210 KG/CM², ABANCAY, APURÍMAC, 2020”

Presentado por el Bach. **CARLOS ALBERTO LAGOS QUISPE**, para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**.

Sustentado y aprobado el 23 de noviembre del 2023 ante, el jurado:

Presidente: Dr. Wilfredo Soto Palomino
Primer miembro: Ing. Mauro Samuel Altamirano Camacho
Segundo miembro: Ing. Fany Silva Noriega
Asesor: Ing. Holguer Cayo Baca

Efectos de la adición de fibra de nylon 120D/2 en las propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión del concreto de $f'c$ 210 kg/cm², Abancay -Apurímac, 2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	21 %	2 %	7 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 %
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	4 %
4	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
5	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	1 %
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
8	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Dedicatoria

“A mi padre Alberto Lagos Orosco y a mi madre María Quispe Saavedra , por su apoyo económico y valores en mi formación profesional y ética”.

“A mi hermano Harry Helbert Lagos Quispe., por su apoyo económico compañerismo en este camino de mi profesión, que ahora descansa en paz y que Dios goce”.

“A mis profesores de la UTEA, Que gracias a su enseñanza y sus experiencias me formaron con valores y actitudes para desarrollar esta linda profesión”.

“A mis amigos (as) y compañeros (as) de la universidad, por su apoyo día a día en nuestra formación universitaria y por la motivación de seguir adelante frente a tantos obstáculos de la vida”.

Carlos Alberto Lagos Quispe

Agradecimiento

A Dios, por darme la inteligencia y sabiduría de la vida y las fuerzas para llegar a cumplir esta meta en mi vida.

A la Universidad Tecnológica de los Andes, a su plana de profesores, a los técnicos de laboratorios y demás trabajadores, quienes han aportado sus conocimientos y experiencias vividas en mi desarrollo profesional.

A mi asesor de tesis, Ing. CAYO BACA, Holguer, por apoyarme con su provechosa experiencia y conocimiento, en temas alusivos al concreto, su asesoría fue de gran ayuda para la culminación de la presente investigación.

Al laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L, por el apoyo brindado mediante el desarrollo de los ensayos a realizar en la presente investigación, en especial al Tec. Marcelino.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
POS PORTADA	ii
PAGINAS JURADOS	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ACRÓNIMOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	1
PLAN DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Identificación y formulación del problema.....	2
1.2.1. Formulación de problemas.....	2
1.2.2. Problema general.....	3
1.2.3. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación de investigación.....	3
1.4. Objetivos de investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Delimitación de investigación.....	5
1.5.1. Espacial	5
1.5.2. Temporal.....	5
1.5.3. Social	5
1.5.4. Conceptual.....	5
1.6. Viabilidad de investigación.....	5
1.7. Limitaciones de investigación	6
CAPITULO II.....	7

MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.1.1.A nivel internacional.....	7
2.1.2.A nivel nacional.....	13
2.1.3.A nivel regional y local	18
2.2. Bases teóricas	20
2.2.1Fibras de Nylon 120D/2	20
Aditivo plastificante	22
Propiedades plásticas del concreto	22
Propiedades mecánicas del concreto	26
2.3. Marco conceptual	31
CAPÍTULO III	34
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. Hipótesis	34
3.1.1. Hipótesis general	34
3.1.2. Hipótesis específicas.....	34
3.2. Método	35
3.3. Tipo de investigación.....	36
3.4. Nivel o alcance de investigación.	37
3.5. Diseño de investigación.....	37
3.6. Operacionalización de variables.....	39
3.7. Población, muestra y muestreo.	41
3.7.1Población	41
3.7.2Muestra	41
3.7.3Muestreo	43
3.8. Técnica e instrumentos	43
3.8.1Técnica para recolectar datos	43
3.8.2. Instrumentos para recolectar datos.....	44
3.9. Consideraciones éticas	45
3.10. Procesamiento de datos.....	46
CAPÍTULO IV.....	47

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Resultados	47
4.1.1. Efectos de la adición fibra nylon 120D/2 en propiedades plásticas	47
4.1.2. Efectos de la adición fibra de nylon 120D/2 en propiedades mecánicas	52
4.2. Discusión de resultados	60
4.2.1 Discusión de resultados en propiedades plásticas de concreto	60
4.2.2. Discusión de resultados en propiedades mecánicas de concreto	65
4.3. Prueba de Hipótesis	70
4.3.1. Prueba de hipótesis de las propiedades plásticas	70
4.3.2. Prueba de hipótesis de las propiedades mecánicas	75
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	80
Referencias bibliográficas	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades Físicas de Fibra de Nylon	20
Tabla 2 Clasificación por Ancho de Fisura.....	26
Tabla 3 Máximo Valor de Diámetro de Bloque y Probeta de Ensayo	27
Tabla 4 Tolerancias para Tiempo de Fractura de Probetas	27
Tabla 5 Factor de Corrección para Relaciones $L/D \leq 1.75$	28
Tabla 6 Operacionalización de Variables.....	39
Tabla 7 Cantidad de Ensayos de Concreto en Estado Plástico	42
Tabla 8 Cantidad de Ensayos de Concreto Endurecido	43
Tabla 9 Resultados Promedio a 7 Días de Resistencia a Compresión.....	53
Tabla 10 Resultados Promedio Día 14 de Resistencia a Compresión.....	54
Tabla 11 Resultados Promedio Día 28 de Resistencia a Compresión.....	55
Tabla 12 Resumen de Resultados a Compresión al día 7, 14, 28.	55
Tabla 13 Resultados Promedio de Día 7 Resistencia a Flexión	57
Tabla 14 Resultados a 14 Días de Resistencia a Flexión.....	58
Tabla 15 Resultados Promedios a 28 Días de Resistencia a Flexión.....	59
Tabla 16 Contraste de Hipótesis de Consistencia en Cantidad Óptima de Fibra de Nylon	70
Tabla 17 Contraste de hipótesis de nivel de aire en cantidad óptima de fibra nylon.....	71
Tabla 18 Contraste de hipótesis de temperatura en cantidad óptima de fibra de nylon.....	72
Tabla 19 Contraste de hipótesis de peso unitario en cantidad optima de fibra de nylon.....	73
Tabla 20 Contraste de hipótesis del potencial de fisuración en cantidad óptima de fibra de nylon.....	74
Tabla 21 Contraste hipótesis de resistencia a compresión en cantidad optima de fibra nylon.....	76
Tabla 22 Contraste hipótesis de resistencia a flexión en la cantidad óptima de fibra nylon.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diseño de Investigación	38
Figura 2 Resultados Promedio de Consistencia.....	48
Figura 3 Resultados Promedio de Nivel de Aire	49
Figura 4 Resultados Promedio de Temperatura de Concreto	50
Figura 5 Resultados Promedio Peso Unitario de Concreto	51
Figura 6 Resultados Promedio del Potencial de Fisuración de Concreto.....	52
Figura 7 Gráfico de Resultados Promedio el Día 7 de Resistencia a Compresión.....	53
Figura 8 Gráfico de Resultados Promedio a 14 Días su Resistencia a Compresión	54
Figura 9 Gráfico de Resultados Promedio a 28 Días su Resistencia a Compresión	55
Figura 10 Gráfico Resumen de Resultados a Compresión el Día 7, 14, 28.	56
Figura 11 Gráfico de Resistencia Promedio a Flexión el día 7.....	57
Figura 12 Gráfico de Resistencia Promedio a Flexión a 14 Días	58
Figura 13 Gráfico de Resistencia Promedio a Flexión el Día 28	59
Figura 14 Gráfico Resumen de Resumen a Flexión el Día 7, 14, 28.....	60
Figura 15 Diagrama de los estadísticos de consistencia de concreto diseño patrón con la adición óptima.....	71
Figura 16 Diagrama de los estadísticos nivel de aire de concreto diseño patrón con la adición óptima.....	72
Figura 17 Diagrama de los estadísticos de temperatura de concreto diseño patrón con la adición óptima.....	73
Figura 18 Diagrama de los estadísticos de peso unitario de concreto diseño patrón con la adición óptima.....	74
Figura 19 Diagrama de los estadísticos potencial de fisuración de concreto diseño patrón con la adición óptima.....	75
Figura 20 Diagrama de los estadísticos resistencia a compresión del concreto diseño patrón con la adición óptima	76
Figura 21 Diagrama de los estadísticos resistencia a flexión de concreto diseño patrón con la adición óptima.....	78

ACRÓNIMOS

ASOCEM: Asociación de productores de cemento

ASTM: Sociedad Estadounidense para pruebas y materiales.

EUROCOMP 100: Aditivo para reducir la contracción por secado.

CSA: Asociación Canadiense de Normalización.

UHPC: Concreto de ultra alto desempeño.

CC: Concreto convencional.

ASOCRETO: Gremio de la construcción especialista en temas de cemento, concreto.

TMN: Tamaño máximo nominal.

MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

RESUMEN

Se investigaron de forma experimental efectos de adicionar fibra de nylon en propiedades plásticas como son la consistencia, contenido de aire, potencial de fisuración, temperatura y peso por unidad y propiedades mecánicas como resistencia a compresión y flexión de concreto en Abancay, añadiendo fibra de nylon en cantidades de 0, 900, 1200, 1500, 1800 y 2400 gr/m³ de concreto con resistencia 210 kg/cm². Materiales empleados fueron grava fina y gruesa de cantera Murillo, cemento portland I, fibra nylon y un aditivo plastificante.

Fe fibra de poliéster de 1800 g/m³ de concreto reduce el potencial de fisuración hasta un 278.80%, demostrando que esta cantidad tiene efectos sobre propiedades plásticas: disminuye la consistencia 21.05%, contenido de aire 5%, temperatura 13.13%, y peso unitario de concreto varía un 0,71%. A los 28 días, las características mecánicas de resistencia a compresión aumentaron un 11.11%, mientras que la resistencia a la flexión disminuyó un 2.71%.

Palabras clave: propiedades plásticas, propiedades mecánicas, fibra de poliéster.

ABSTRACT

The effects of the addition of nylon fiber on plastic properties such as consistency, air content, cracking potential, temperature and unit weight and on mechanical properties such as compressive and flexural strength of concrete were experimentally investigated. in the city of Abancay, adding nylon fiber in quantities of 0, 900, 1200, 1500, 1800 and 2400 gr/m³ of concrete with a design compression resistance of 210 kg/cm². The materials used were fine and coarse gravel from the Murillo quarry, type I Portland cement, nylon fiber and a plasticizer additive.

An amount of polyester fiber of 1800 g/m³ of concrete reduces the cracking potential up to 278.80%, demonstrating that this amount has the following effects on its plastic properties: it reduces the consistency up to 21.05%, the air content up to 5%, temperature 13.13%, and the unit weight of fresh concrete varies 0.71%. At the age of 28 days, the mechanical characteristics of compressive strength increased by 11.11%, while flexural strength decreased by 2.71%.

Keywords: plastic properties, mechanical properties, polyester fiber.

INTRODUCCIÓN

Las fisuraciones en el estado plástico del concreto debido a las altas temperaturas en vertidos de concreto de secciones considerables afectan a la estética y a los daños en un futuro del elemento estructural; por esta razón, se determinaron efectos de adicionar fibra de nylon 120D/2 en propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión con dosis de concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 en Abancay. Metodología experimental con población conformada por conveniencia de concretos de resistencia a compresión $f'c$ 210 kg/cm^2 , patrones añadidos con fibra poliéster en cantidades de 0, 900, 1200, 1500, 1800, 2400 gr/m^3 de concreto.

Se utilizaron áridos finos y gruesos de cantera de Murillo, cemento portland I, fibra de nylon y un aditivo plastificante que mejora trabajabilidad de concreto, con poca variación de propiedades plásticas, aumentando resistencia a compresión y disminuyendo resistencia a flexión, y disminuyendo a cero potenciales de fisuración cuando la dosis óptima de fibra es de 1800 g/m^3 .

La estructura de este estudio tiene 5 capítulos: El capítulo 1 define problemática para la que se diseñó el presente estudio, identificando problema general y específicos generadas a partir de ella, y exponiendo objetivos generales y específicos. Capítulo 2 construye marco teórico examinando antecedentes de del estudio y bases pertinentes. Capítulo III se presentó hipótesis y metodología, luego en capítulo IV presentan resultados y discusiones correspondientes basados en las pruebas realizadas.

Se agregan en anexos, instrumentos de recolectar y procesar datos y evidencias en fotografías.

CAPÍTULO I

PLAN DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática.

El precipitado desarrollo de construcción, con estructuras de hormigón armado, necesita Cada vez mejor preparación técnica, desde el diseño hasta etapas finales de construcción se apliquen y cumplan normas y especificaciones que con la tecnología actual consigue logro de obras seguras, duraderas y estéticas. El daño causado por grietas y fisuras en las superficies afectan el ámbito funcional. Por ende, se debe establecer un buen diagnóstico, identificarlo y saber su origen, para ayudar a proyectistas, constructores y productores de materiales, a minimizar efecto reparándolos y tomando medidas preventivas que eliminen o reduzcan su aparición (Toirac, 2004, p.73).

Las fisuras muchas veces son producto de las altas temperaturas de la zona, por ejemplo, en zonas del Perú como Piura que alcanza temperaturas de hasta 37°C. Para poder repararlas es necesario conocer la causa, para tomar escoger el mejor procedimiento para su corrección. Una causa física de fisura es lasas es temperatura. Se brindará soluciones más factibles con este trabajo (Atoche, 2018, p.15).

Esto nos indica que la temperatura, afecta a un concreto, y provoca el fisuramiento temprano en obras que estén más expuestas a estos estados como son en losas, vías de concreto como pistas y veredas.

Según ASOCEM, en últimos 12 meses de julio de 2018 a junio del 2019, consumo de cemento, fue de 11'380,000 toneladas en nuestro país, lo que indica un consumo importante en industria de construcción respecto a sus aplicaciones

En la ciudad de Abancay se encontraron fisuras en elementos de concreto como son veredas, pistas, losas, vigas, columnas, etc. Estas deficiencias del concreto reducen la durabilidad, producen desgaste del concreto, además hay deterioro y corrosión del acero por estas fisuras en elementos de concreto armado, por eso industrias de concreto buscan adoptar tecnologías novedosas en aditivos y adiciones para mejorar calidad de concreto.

Últimamente fibras sintéticas, como la fibra polipropileno se usó bastante en concreto, para mejorar resistencia a grietas por contracción plástica, asiento plástico y contracción por temperatura. Aunque, no se hizo estudios al respecto sobre fibra de nylon y efecto en propiedades plásticas y mecánicas de concreto.

1.2. Identificación y formulación del problema.

1.2.1. Formulación de problemas

Debido a las elevadas temperaturas de calor del sol que fisuran el concreto a edades tempranas, se plantea la investigación de concreto en propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión que está adicionado con fibra de nylon 120D/2.

1.2.2. Problema general

¿Cuál es el efecto de la adición fibra nylon 120 D/2 en propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión de concreto de $f'c$ 210 kg/cm^2 , Abancay, 2020?

1.2.3. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el efecto de la adición fibra de nylon 120D/2 en propiedades plásticas en consistencia, contenido de aire atrapado, temperatura, peso unitario y potencial de fisuración de concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 ?.
- b. ¿Cuál es el efecto de la adición fibra de nylon 120D/2 en propiedades mecánicas en compresión y flexión de concreto de $f'c$ 210 kg/cm^2 ?

1.3. Justificación de investigación

Científica: Aporte a industria de construcción, empleo de tecnologías novedosas que se aplican a diseño de concreto con adiciones de fibra de nylon. Al saber cómo influye fibra sobre propiedades del concreto, se evita fisuras y grietas, esto genera beneficios económicos al propietario y constructor, disminuyendo riesgo psicológico del usuario sobre el hundimiento o colapso de estructura.

Técnica: En Perú para evitar fisuras de concreto de estado plástico por retracción se usa fibra polipropileno a modo de refuerzo secundario, por eso se va estudiar comportamiento de concreto al incorporar fibras de nylon, hecho con materiales más usados en Abancay, cemento tipo I, fibra de nylon (hilo textil), piedra $\frac{3}{4}$ de pulgada y arena, de canteras.

Conocer relación fibra y propiedades plásticas y mecánicas de concreto aumenta calidad de concreto optimizando dosis de elementos y dará

características según exigencia de diseños estructurales actuales, pudiendo conocer influencia de fibra en propiedades de concreto, disminuyendo fisuras de concreto en estado plástico, disminuyendo riesgo de corrosión, riesgo estético y otras alteraciones de fisuración.

Social: La siguiente investigación será un aporte a la sociedad como una alternativa más en uso de concreto para disminuir fisuras y mejora resistencia a compresión y flexión.

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo general

Determinar los efectos que tendrá la adición fibra nylon 120D/2 en propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión de concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 en Abancay, 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar los efectos que tendrá la adición fibra de nylon 120D/2 en propiedades plásticas en consistencia, contenido de aire atrapado, temperatura, peso unitario y potencial de fisuración de concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 .
- b. Determinar efectos que tendrán la adición fibra de nylon 120D/2 en propiedades mecánicas en compresión y flexión de concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 .

1.5. Delimitación de investigación

1.5.1. Espacial

En laboratorio Geomat, ubicado en pasaje Montevideo M. D. lote D n°04. Urb. Las Américas, Abancay, Apurímac.

1.5.2. Temporal

Año 2020 se desarrolló los diferentes ensayos del estudio.

1.5.3. Social

No depende de la sociedad para ser elaborado.

1.5.4. Conceptual

Se analizó efectos de fibra de nylon en propiedades plásticas y mecánicas de concreto en Abancay, elaborado según ACI 211. En propiedades de estado plástico se consideró la consistencia, temperatura, peso por unidad, potencial de fisuración y contenido de aire, en propiedades mecánicas se consideró resistencia a compresión y resistencia a flexión.

1.6. Viabilidad de investigación

Viable financieramente pues costo de producción no es elevado y se pueden elaborar con materiales de la zona, que se pueden conseguir fácilmente, los laboratorios de suelos y concreto también se pueden encontrar.

Técnicamente se puede diseñar el concreto con métodos de diseño, adicionar la fibra de nylon para obtener sus propiedades plásticas y mecánicas en él laboratorio.

Puede ser una aplicativa en las diferentes obras de ingeniería principalmente, en vaciados de concreto de grandes paños como losas, pavimentaciones, parques, entre otros, puede ser una opción en la reducción del fisuramiento del concreto por temperaturas elevadas.

1.7. Limitaciones de investigación

Al ser medición de potencial de formación de fisuras por contracción plástica de suma importancia, diseñó según ASTM C 227, así conocer afinidad química potencial entre álcali y sílice de combinación de cemento. Se ejecutarán ensayos de fisura en medios reales para comprobar resultados, y conocer dosis de fibra inhibitoria de formación de fisuras por retracción del concreto en Abancay.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Montoya (2016), Análisis de resistencia a compresión de hormigón básico con hormigón agregado con fibras de nylon, usando de Pastaza (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Ambato, Ambato, Ecuador. Su objetivo es comparar resistencia a compresión de hormigón básico con hormigón de fibras nylon de Pastaza, población 48 briquetas de concreto para ensayo a compresión, método cuantitativo, explicativo, experimental, sus resultados fueron que fibra de nylon de 3/4" adicionando 0.50%, mejora características de concreto, ya sea fresco o endurecido, por mostrar buena consistencia, trabajabilidad y resistencia.

Con 0.50% de fibra de nylon de 3/4" en hormigón, su resistencia a compresión sube en 29% con relación a hormigón básico. Así, a más cantidad de fibra de Nylon con hormigón, resistencia a compresión reduce, y también la consistencia y trabajabilidad.

González (2017), en su investigación “Análisis de efectividad en retracción de concretos cuando se adiciona ceniza volante y aditivo compensador (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia. El objetivo fue estudiar comportamiento de retracción en concretos con mezclas de ceniza volante y aditivo, población de 4 diseños para cada mezcla de concreto, para medir retracción de mezclas, con ambiente húmedo controlado, la muestra que utilizó es misma cantidad de población, método cuantitativo, nivel explicativo, diseño experimental, sus resultados El método fue orientado a medir retracción del concretos con ceniza volante y aditivo. El estudio es según ASTM C.1581.

Por lo tanto, según ASTM C.1581 – establece edad de agrietamiento y tensión inducida de mortero y hormigón en contracción restringida - se comprobó que concretos EUCOCOMP 100, grietas en anillos se controló por largo tiempo (pasado 11 días). Para mezclas 1 y 4, retracción de magnitud -20×10^{-3} mm; en diseño 3 de -40×10^{-3} mm. Mezcla 2 toleró retracción con -120×10^{-3} mm. Diseños con ceniza volante del Sochagota clase F se comportaron como las muestras (ver Gráfica 2 de la norma ASTM 1581). Resultados muestran que agregar ceniza volante y aditivo Eucocomp100 crean tolerancia a formación de grietas por más tiempo.

Según CSA A 23.2-21C, método cambio de longitud en hormigón endurecido, pudo medir cambios de volumen de muestras estudiadas. Para la mezcla sin agregado se estableció que tiene cambios de volumen de retracción de $-0,1925\%$. Para diseños con ceniza volante de Sochagota (mezclas 2 y 3), tuvo ΔV de $-0,9285\%$ y $-0,8879\%$. La mezcla 4 tuvo menor ΔV de $-0,0387\%$. Por ende, mezclas con ceniza volante de Sochagota clase F tiene más cambio de volumen.

Ensayo según ASTM C.1579, método que evalúa grietas por contracción plástica de fibra restringida de hormigón armado, no hubo retracción al secar, a diferencia de 2 ensayos antes referidos, por haberse ejecutado en 24 horas. En tiempo de secado cortos, hubo contracción autógenos y plásticos, haciéndose inventario de fisuras. Para las 4 mezclas, grietas por retracción plástica se dan al centro de molde. En mezclas 2 y 3, espesor de grieta es 1,6 mm y 0,97 mm; en mezcla 1 y 4, de 0,6 mm y 0,87 mm. Fisuras de retracción autógena, en 4 mezcla, se dieron en extremos de molde y con valor parecido a magnitud en espesor (entre 30 mm y 40 mm). Entonces, mezclas con ceniza volante de Sochagota clase F tuvo más grietas.

Costos calculados para mezcla usadas en el estudio, no son competitivos comercialmente, comparado con concretos de resistencia normal. Relación A/C de 0.5, en mezcla 1 y 3, obtuvo concreto más resistente a compresión; en contraste con A/C de 0.4 de mezclas 2 y 4. A las últimas se agregó aditivo, redujo resistencia a compresión.

Rincón y Villafuerte (2018). Efectos en retracción por secado y cargas térmicas en conducta de deformación de losas con ultra alto desempeño (UHPC) usadas de pavimento rígido (tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Bogotá D.C, Colombia. El objetivo fue conocer efectos de cargas térmicas y retracción por secado en deformación de losas con ultra desempeño (UHPC) usadas de pavimento, población de 9 muestras para cada ensayo y 9 ensayos de los mencionados anteriormente pero incorporando UHPC y CC, la muestra que utilizó es misma cantidad de población, método cuantitativo, nivel descriptivo-explicativo, diseño experimental, sus resultados de su estudio se conoció

propiedades mecánicas y térmicas de UHPC y CC el día 3, 7 y 28. Deformaciones unitarias unidireccionales y temperaturas en CS y CI en losas UHPC y CC se midieron con sensores de deformación (SG) y termocuplas (TC) expuesta 72 a 164 horas.

Según caracterización de propiedades térmicas y mecánicas de concreto desempeño alto ultra (UHPC), se concluye:

Propiedades mecánicas y térmicas de UHPC están dentro de rangos según literaturas. Método propuesto para determinación de CET de materiales muestra resultados acordes estudios, al establecer comportamiento de deformación unidireccional de losas alto desempeño ultra (UHPC) expuestas a diversas temperaturas y HR en condiciones ambientales, concluyendo:

Temperatura máxima en cara de losas UHPC son mayores cuando espesor es menor. Esto porque consumo energético aumenta en relación a aumento de espesor. Otro factor que influye es color de material según agregado de humo de sílice a matriz, esto produce coloración oscura, más absorbencia que CC.

Diferencia de temperatura de CS y CI de losas UHPC son más que medida de espesor aumentado, ya que transferencia de calor se basa en trayectoria de energía por un cuerpo sólido.

Deformación de losas UHPC de 7 y 15 cm es influenciado por cambios de temperatura ambiental, losa UHPC de 4 cm y losa CC de 15 cm es influenciada por cambios de HR. 88. Según deformación unidireccional de losas de ultra alto desempeño (UHPC) por retracción y secado en medios controlados de temperatura constante y ciclo HR concluyo:

Pérdida de humedad de CS en losas genera gradiente de humedad no uniforme, esto de forma permanente CC (Ceylan et al., 2007) y UHPC producto de retracción y secado.

A temperatura (24.3 °C), retracción plástica y secado UHPC y CC es más respecto a temperatura más baja (11.4 °C) que se somete al ciclo HR.

Variaciones HR inciden en retracción por secado en UHPC y CC. Mientras HR decrece, materiales se contraen, y si HR aumenta, materiales se expanden.

Mestanza (2016). El objetivo fue estudiar resistencia a compresión de concreto al adicionar fibra polipropileno en ambientes severos durante curado: cambios de temperaturas y ambientes salinos, población 36 briquetas de concreto para ensayo a compresión, muestra que utilizó es misma población, método experimental, nivel descriptivo- exploratorio, diseño experimental, sus resultados la dosis de fibra de polipropileno se desarrolló en 0,2% del volumen del concreto, y se presentó resistencia del concreto curado en varios ambientes. Se determinó que concreto expuesto a altas condiciones tuvo mejor resistencia el día 28 de 391.06 kg/cm², en contraste con concretos curados en condiciones salinas, que tienen una resistencia, con resistencia promedio el día 28 de 247.36 kg/cm², y el concreto en condiciones normales tiene resistencia 339.95 kg/cm² y en condiciones frías resistencia 289.39 kg/cm².

Concreto con un 0,2% fibra de volumen de concreto da mejor adherencia entre componentes de concreto. Esto se debe a que, tras las pruebas de compresión, se observa que el conjunto permanece unido y no se desprende fácilmente. Sin embargo, la adición de fibras hace que la mezcla sea más difícil de trabajar y compactar.

Amaya y Ramírez (2019). Objetivo es analizar conducta mecánica de concreto con fibras y establecer que material mejora conducta frente a una compresión y flexión, población de 35 briquetas de concreto y 10 vigas para flexión y compresión, 30 briquetas y 10 vigas para flexión y compresión, método es experimental, nivel descriptivo- explicativo, diseño experimental, resultados se descubrió que la longitud es un factor que afecta resistencia a flexión de concreto con fibras, y cuanto más corta es la longitud, mejores resultados de resistencia a compresión y flexión. Utilizaron fibras de vidrio con una longitud inferior a 5 centímetros, fibras de PET con una longitud de 5 centímetros como las fibras de acero, y fibra de cáñamo con una longitud de aproximadamente 7 centímetros, y se descubrió que estas fibras tienen Después de curar durante un total de 28 días, se evaluaron las vigas que se sometieron a esta prueba. Se concluyó que las muestras de concreto reforzadas con microfibras tenían mejores propiedades mecánicas en compresión y flexión, lo que llevó a una reducción del agrietamiento. Fibra de acero tuvo mejores propiedades mecánicas, pero a diferencia de las otras fibras, no corrigió completamente el agrietamiento del material.

La dosis de su fibra de acero fue 1.85 kg/m^3 , fibra PET 0.31 kg/m^3 , fibra de vidrio fue de 0.66 kg/m^3 , y fibra de cáñamo 0.27 kg/m^3 , resistencia a compresión 256.91 kg/cm^2 , 253.71 kg/cm^2 , 228.49 kg/cm^2 , 254.27 kg/cm^2 , 237.72 kg/cm^2 , para la macro fibra de acero, PET, vidrio y cáñamo respectivamente el día 28 de ensayo, y la resistencia a flexión fue 41.31 kg/cm^2 , 67.59 kg/cm^2 , 52.96 kg/cm^2 , 39.87 kg/cm^2 , 48.21 kg/cm^2 del diseño sin incorporación y de la macro fibra de acero, PET, vidrio y cáñamo respectivamente a los 28 días de ensayo.

2.1.2. A nivel nacional

Quispe y Huamán (2017). Análisis de la consistencia, resistencia a compresión y tracción del concreto adicionando fibras de nylon con agregados de la región Cusco (tesis pregrado). Universidad Andina de Cusco, Perú. Su objetivo estudiar variación de consistencia, resistencia a compresión y resistencia a tracción de concreto al adicionar fibra nylon n°18 de diverso porcentaje y longitudes en concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, usando cemento portland IP y agregado de Vicho, Mina Roja y Cunyac del Cusco, población 126 probetas en prueba compresión, 126 probetas tracción, 14 para ensayos de consistencia, la muestra que utilizó es la misma cantidad de la población, método cuantitativo, nivel descriptivo y correlacional, diseño cuasiexperimental, sus resultados de indican mezcla de concreto con Agregado Grueso de Vicho (100%), Arena Fina de Cunyac (30%), Arena Fina de Mina Roja (70%) y Cemento Portland IP, pruebas hechas a los 7 y 28 días .

En etapa procedimental se hizo ensayo a fibra usada, concluyendo requerimiento de materiales y su buena calidad. Siguió diseño de mezclas según ACI-211.1, logrando buen diseño (económico y funcional) y luego hacer especímenes cilíndricos (briquetas).

Según resultados, el día 7, con 3cm y 5cm de fibra Nylon reemplazado a 0.25%,0.50% y 1.00%, concreto endurecido aumento resistencia a compresión, a tracción al sustituir proporciones 0.25%, 0.50% y 1.00% con 3cm incrementa (22.36 kg/cm^2), (22.36 kg/cm^2), (22.36 kg/cm^2) respecto a concreto base (20.81 kg/cm^2). El día 28 cambiar proporción 0.25% con 3cm aumenta resistencia a compresión 1.01% (275.92 kg/cm^2) respecto a concreto base (273.16 kg/cm^2) y en concreto

endurecida tracción aumenta al cambiar proporción 1.00% con 3cm de 1.71% (25.19 kg/cm²) respecto a concreto base (24.77 kg/cm²).

Zapana y Tagle (2017). Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de polipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas (tesis pregrado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú. Su objetivo fue analizar desgaste de concreto con niveles de aire agregado y fibras polipropileno que se congelaron a edad temprana, población 274 probetas para ensayo de compresión axial, 6 probetas para ensayos de permeabilidad del agua, 18 prismas para ensayos de variación de dimensiones, fisuración y absorción, la muestra que utilizó es la misma cantidad de la población, método cuantitativo, nivel explicativo, diseño experimental, sus resultados fueron comprobar que concreto con fibras de polipropileno se comporta bien al congelarse a edad temprana, con buen contenido 0.75 kg/m³. Empleando nivel de fibra, concreto congelado 1 hora, aumento resistencia a compresión 18.63%; concreto congelado 12 horas, 11.12% y concreto congelado 24 horas, 18.54%; comparado con concreto sin fibra.

Resultado se tiene que combinar aire y fibras de polipropileno evita perder resistencia por congelarse a edad temprana, en 4.0 % A + 1.2 F. Al usar la dosis se tuvo que en concreto congelado 1 hora, la resistencia aumenta 32.95%; concreto congelado 12 horas, 13.19% y concreto congelado 24 horas, 18.92%; comparado concreto sin adiciones. Se probó esta misma combinación en 28 ciclos de hielo-deshielo, resultando semejante a congelamiento en edad.

Cacoango, y Millingalli (2019). Eficiencia de controlar fisuras por contracción plástica de hormigón empleando fibra de acero 4D (tesis de pregrado). Universidad

Central del Ecuador, Quito, Ecuador. Objetivo de evaluar fisuras por contracción plástica de hormigón reforzado con fibra acero 4D según ASTM C-1579-13, en climas hechos en laboratorio, población 9 muestras del ensayo de fisuración plástica con relaciones de agua de 0.35, 0.40, 0.60 y con dosis de fibra 15, 20 y 30 kg/m³, la muestra que utilizó es la misma cantidad de la población, método cuantitativo, nivel descriptivo, diseño experimental. Resultados de proyecto requirieron fabricar equipo con 2 cámaras de aire que conserve condición ambiental controlada para ensayo de paneles de hormigón con fibra y sin fibra de acero 4D en laboratorio de UCE, en 6 horas, tiempo en que generan fisuras producto de contracción plástica. En estudio se tuvo rango 1.43 a 1.88 kg/m²/h, valor que garantiza fisuras. La fisura es por rápida evaporación de agua en del hormigón producto de evaporación superficial, más rápida que exudación o sangrado del interior hasta superficie. El programa experimental quería fabricar hormigón en distintas relaciones agua/cemento 0.60, 0.40, 0.35 y variación de fibra de acero en 15kg/m³, 20kg/m³ y 30kg/m³, midiéndose ancho de fisura de los paneles de forma visual con medida manual para conocer valores de relación de disminución de grietas (CRR), porcentaje para medir eficiencia de fibra frente a la fisura.

Concluye que, en condiciones ambientales del laboratorio para hormigón sin fibra a menor relación agua de cemento 0.60 a 0.35, ancho de fisura promedio aumenta 0.96 a 1.22mm, esto es crítico para hormigones con poca relación de agua cemento, que provocara fisuras.

Fisuras por contracción plástica para hormigón común, en 2 o 4 horas entre fraguado inicial y final de hormigón; para el reforzado con fibra de acero en 2 horas con 30 minutos a 3 horas con 30 minutos.

Efectividad de CRR ante fisuras para relación agua cemento $W/C=0.60$ se obtiene con dosis baja de fibra 15 a 20 kg/m^3 , relación agua cemento $W/C=0.40$ y 0.35 se tendrá dosis elevadas de fibra 20 a 30 kg/m^3 . En relación agua cemento $W/C=0.60$, 0.40 y 0.35 , si aumenta dosis de fibra en 15, 20 y 30 kg/m^3 , valor CRR aumenta teniendo menos fisuras.

Este estudio tiene de parámetro mínimo de especificación CRR de 64%, menos de 64% no se acepta. Debería ser igual a 64%, según análisis visual de curva de CRR y análisis visual de fisuras en panel de hormigón.

Tapia y Huallpacuna (2016). Análisis del desarrollo comparativo de la resistencia a compresión y flexión de un mortero (c:a) $f'c= 125kg/cm^2$ y $f'c=175kg/cm^2$ elaborado con agregados de Pisac y Cunyac adicionando con hilo Macramé y fibras de polipropileno (tesis de pregrado). Universidad Andina de Cusco, Cusco, Perú. Objetivo fue conocer desarrollo comparativo de resistencia a compresión, flexión, costo de elaborar materiales al emplear 0.25%, 0.50%, 1.00% respecto a peso de cemento de hilo macramé y fibras de polipropileno en mortero $f'c= 125 kg/cm^2$ y mortero $f'c=175kg/cm^2$, hecho con adición de Pisac y Cunyac, población 48 briquetas para resistencia a compresión axial, 48 muestras para flexión, muestra que utilizó es la misma cantidad de la población, método cuantitativo, nivel descriptivo y correlacional, diseño cuasiexperimental. Sus resultados del mortero $f'c= 175 kg/cm^2$ agregado 0.50% de hilo macramé en relación a peso de cemento disminuye resistencia a compresión 11.18% y para mortero $f'c= 125 kg/cm^2$ agregado 0.50% de hilo macramé relación a peso de cemento disminuye resistencia a compresión 8.53%.

Fibras polipropileno tienen $pH = 7.2$, neutro, hilo Macramé $pH = 6.97$ neutro, contrastando $pH = 8$ de mortero $f'c = 125 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ fresco y $pH = 13$ endurecido, pH de fibras como son neutras no reaccionan en concreto, entonces no tiene efectos perjudiciales

Sandobal(2022). Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, Lambayeque 2020 (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú. Objetivo incorporar fibras de acero en propiedades mecánicas de concreto con agregado plastificante, Lambayeque 2020, población 90 en compresión y tracción, 30 resistencia a flexión, 30 probetas elasticidad y 10 ensayos para slump para resistencias 210 y 280 kg/cm^2 , muestra que utilizó es misma cantidad de la población, método cuantitativo, nivel explicativo, diseño experimental-comparativa.

Sus resultados fueron para agregados concluye emplear canteras La Victoria y Tres Tomas por su calidad, módulo finura 2.89 agregado fino, TMN 3/4" para agregado grueso. Se escogió fibras de acero Z 80/60 con: Diámetro 0.75 mm, Longitud 60.00 mm, elasticidad 210000 Mpa y resistencia 815.77 kg/cm^2 . 2 mezcla patrón, uno $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ como C: 412 kg/m^3 , Ag: 920 kg/m^3 , Af: 645 kg/m^3 , R/C: 0.634 y otro $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ distribuido en C: 546 kg/m^3 , Ag: 780 kg/m^3 , Af: 643 kg/m^3 , R/C: 0.505.

Mezcla patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, proporción 1% es C: 414 kg/m^3 , Ag: 920 kg/m^3 , Af: 642 kg/m^3 , Aditivo (1%): 3.76 lts , R/C: 0.634 con 1% (22.4 kg/m^3) de fibras de acero, al 2% es C: 414 kg/m^3 , Ag: 920 kg/m^3 , Af: 642 kg/m^3 , Aditivo (1%): 3.76 lts , R/C: 0.634 con 2% (44.8 kg/m^3) de FA, al 3% es C: 416 kg/m^3 , Ag: 920 kg/m^3 , Af: 638 kg/m^3 , Aditivo (1%): 3.79 lts , R/C: 0.634 con 3% (67.2 kg/m^3) de FA,

al 4% es C: 414 kg/m³, Ag: 920 kg/m³, Af: 642 kg/m³, Aditivo (1%): 3.76 lts , R/C: 0.634 con 4% (89.6 kg/m³) de FA y para DMP con $f'c= 280$ kg/cm².

De propiedades de concreto duro, concluyeron:

Para resistir compresión $f'c= 210$ kg/cm² con 2% (44.88 kg/m³) de fibras, si resiste día 28 de 275.44 kg/cm² comparado con 240.03 kg/cm² del CP, aumentando 14.76% en resistencia y $f'c= 280$ kg/cm² con 4% (89.80 kg/m³) de FA, si resiste día 28 de 344.25 kg/cm² comparado con 296.02 kg/cm² de CP, siendo 16.29% aumento en resistencia.

Resistencia a tracción de concreto $f'c= 210$ kg/cm², con dosis 2% (44.88 kg/m³) de fibras, si resiste día 28 de 1.95 MPa comparado con 1.70 MPa del CP, aumentando 14.93% y resistencia $f'c= 280$ kg/cm² con dosis 3% (67.40 kg/m³) de FA, si resiste día 28 de 2.45 MPa comparado con 2.23 MPa de concreto sin fibras de acero, traduce en más de 9.85% en resistencia.

2.1.3. A nivel regional y local

Palomino (2017). “Estudio Comparativo en la Autoconstrucción de Edificaciones Utilizando Concreto Autocompactante con la Incorporación de Aditivo Superplastificante Frente a Concreto Convencional Realizados en Abancay”, (tesis de pregrado), Universidad Tecnológica los Andes, Abancay, Perú. Objetivo crear un diseño y producir concreto autocompactante que mejore trabajabilidad en vaciado de concreto en Abancay, población 12 muestras para el ensayo de asentamiento, 12 para el ensayo de capacidad de paso en caja L y U, 12 para el ensayo de tiempo de flujo con caja V, 30 briquetas resistencia a compresión axial,

muestra usada es misma cantidad de la población, método cuantitativo, nivel descriptivo, diseño preexperimental.

Sus resultados, para mezcla de concreto se usó agregado global. Trabajabilidad de concreto A y B diseñados con asentamiento (slump) 3" – 4" y 6" – 7"; concreto convencional B, hubo más revenimiento y mejor resultado en resistencia, siendo recomendable su uso en autoconstrucciones.

Mala calidad de materiales no está en planta chancadora; está en revendedores de materiales de tamaño agregado (1", 3/4"). Producción de concreto en autoconstrucciones no es proporcionada, no mantiene relación a/c. El diseño de concreto autocompactante empleo superplastificante tipo G, con función de plastificante y superplastificante según dosis a usar.

Se empleo superplastificante 0.85%, 1.125% y 1.4% de peso de cemento; habiendo buena trabajabilidad.

Se comparo entre 2 métodos mezcla para concreto básico y autocompactante (American Institute Concret vs Agregado Global), para ver proporción de materiales para m³; concluyendo según ACI hay 1: 2.8: 3.0/ 30.9 Lit de proporción y según el global: 1: 3.0: 1.0 / 30.4 Lit., siendo el global el que proporciona mejor trabajabilidad de concreto. Sobre mezcla de concreto autocompactante según ACI es 1: 3.3: 2.5 / 30.8 Lit y el Global: 1: 3.0: 2.8 / 30.7 Lit.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Fibras de Nylon 120D/2

En este estudio se utilizó una fibra sintética llamada nylon, familia de fibras sintéticas artificiales producto de estudios y desarrollo en industrias petroquímica y textil. Fibras están hechas por el hombre y sólo pueden producirse en un laboratorio. El acrílico, la aramida, el carbono, el nylon, el poliéster, el polietileno y el polipropileno son algunas de las fibras sintéticas que se incluyen en esta categoría de fibras sintéticas.

Se combinan para producir una gruesa red tridimensional en el interior del concreto, lo que ayuda a disminuir grietas en primeras veinticuatro horas tras haber puesto concreto.

Tabla 1
Propiedades Físicas de Fibra de Nylon

Propiedad	Descripción
Material	Nylon 100%
Diseño	Fibras plegadas y retorcidas
Diámetro	120D/2 Micrones (+1/-1 Micrones)
Color	400 colores
Gravedad Específica	1,14 gr./ cm ³
Humedad	Despreciable
Área de Superficie Especifica	47.77 m ² /Kg. / 233.23 ft ² /lb.
Punto de Fusión	260°C / 500 °F
Módulo de Elasticidad	2.83 GPA / 410.00 ksi
Tenacidad	0.86 cN/dtex / 86 MPa / 12.4 KSI
Resistencia a Tensión	12.4 ksi (86 MPa)
Conductividad Térmica y Eléctrica	Baja
Elongación a Ruptura	<90%
Absorción de Agua	8.5%
Resistencia Química y Alcalina	Excelente
Longitud	20 mm (2 cm)

Nota. Tecnologiasdelosplasticos.blogspot.com, Mariano (2011).

Usos del concreto con fibras:

Fibras se usan como mallas que estabiliza y protege suelos. Geo sintéticos refuerzan soluciones tradicionales de ingeniería civil. (Dávila, 2010).

Fibras se usaron convenientemente como mallas que estabilizan y protegen de suelos, pero en lugares de Iberoamérica no están reglamentadas. Dificultades de instalar, acero necesita concreto sobre él para no oxidarse (Dávila, 2010).

Agregar fibras a concreto hace que estructuras sin mucha exigencia de carga se adelgace. Acero necesita capa de concreto para que no oxidarse, y no haya manchas de óxido. Para un buen uso de fibras en concreto endurecido tome en cuenta (IMCYC, 2007):

Fibras más rígidas que matriz, es decir:

- Módulo elasticidad elevado.
- Buen contenido de fibras por volumen.
- Adherencia entre fibra y matriz.
- Buena longitud de fibras.
- Fibras con alta relación de aspecto, largas con relación al diámetro.

Fibras se usarán en:

- Reducir fisuras del concreto producto de contracción plástica.
- Sistema alternativo de refuerzo no estructural, secundario y/o por temperatura.
- Mas resistencia de concreto a impacto, abrasión y a rotura.
- Soporte interno y cohesividad, concreto vaciado en inclinaciones abruptas, concreto lanzado, y formaletas (cimbras) deslizantes.
- Reducir grietas en concreto por contracción plástica.
- Reducir permeabilidad de concreto.
- Vaciados con materiales no metálicos.
- Áreas que necesiten materiales a prueba de álcalis

Fibras no usarse en:

- control de fisuras producto de fuerzas externas
- Crear alta resistencia estructural.
- Reemplazar refuerzo estructural de acero o resistente a momentos.
- Reducir espesor de losas sobre suelo.
- Justificar disminución de alabeos (pandeos) y/o torsiones
- Reducción de tamaño de columnas de soporte.
- Reducir espesor de secciones de capas superiores (recubrimientos) adheridas o no.

Las losas de los techos, los entrepisos, los revestimientos, los prefabricados, los pavimentos, los suelos industriales, las piscinas, las paredes de los depósitos, las construcciones hidráulicas y marítimas, las zapatas y las tuberías de concreto son lugares habituales en los que puede encontrarse el concreto reforzado con fibras (Dávila, 2010).

❖ **Aditivo plastificante**

En la investigación presente se utilizó un aditivo plastificante Sika cem 4 lt, aditivo que se utiliza para recuperar asentamiento disminuido por incorporar fibra nylon. Cumple norma ASTM C-494, tipo D y G. Aditivos serán los agregados a mezcla antes o durante mezclado.

❖ **Propiedades plásticas del concreto**

➤ **Asentamiento**

Con cono Abrams, mide consistencia de concreto, según norma NTP 339.035 concreto, empleando cono de revenimiento de diámetro base y 100 mm y varilla de metal 16 mm de diámetro y 600 mm longitud de punta hemisférica.

Cono húmedo, puesto de forma vertical en superficie plana, se tiene que llenar 3 capas de volúmenes a profundidad 70 mm (2 1/2 pulg.) 1ra capa, profundidad 160 mm (6 pulg.) en 2da y última capa sobrellenar. Golpear 25 veces cada capa, luego enrasa última capa y levantar cono 300 mm (12 pulg.) en 5 ± 2 segundos.

Mientras concreto se va asentando, invertir el cono vacío poner cerca de concreto asentado. Asentamiento será distancia vertical que concreto asentó, medida de 5 mm (1/4 pulg.). Completar el ensayo hasta remover el cono en 2 1/2 minutos, para no perder revenimiento de concreto.

➤ **Peso unitario**

Según NTP 339.046. Método que establece densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire de hormigón.

Tamaño máximo de agregados es 1 1/2 pulgadas, verificar peso de olla y anotar peso y volumen, llenar 3 capas de misma altura, con 25 varilladas por capa varillada, aplica 10 a 15 golpes con martillo para cada capa. Enrasar molde llenado con regla metálica y limpiar molde, luego pesar en balanza.

Peso Unitario de concreto (kg/m^3) = Peso de concreto (kg)/volumen de olla (m^3)

➤ **Contenido de aire**

Según NTP 339.080. Método para nivel de aire en mezcla fresca. Ensayo hidráulico. Basado en ley Boyle, relación presión y volumen.

Revisar empaquetadura de olla, debe estar limpia y bien cerrada, luego abrir válvulas de cebado y echar agua hasta ver salir agua por válvula de cebado,

luego bombee aire con pistón hasta que manómetro indique presión de calibración. Cuando este calibrado cerrar ambas válvulas de cebado y abrir válvula de presión, que aire ingrese a olla, para que calcule el manómetro.

➤ **Temperatura**

Temperatura de concreto fresco según NTP 339.184:2013. hormigón (concreto). Método que establece temperatura de mezclas de hormigón. Para medir temperatura de concreto fresco sensor se cubre 7.5 cm (3") de concreto, cubierto 2,5 minutos y tendrá 0.5 °C. Temperatura estará entre -18°C y 50°C .

➤ **Potencial de fisuración**

Evalúa cuantitativamente fisura por contracción plástica en superficie restringida internamente y sometido a ambiente de evaporación. Según ASTM C 227 – evaluación de afinidad química entre álcali y sílice de cemento y agregado.

Molde de tendrá dimensión de 400 mm x 700 mm x 50 mm. Destacarse que mezcla patrón y mezclas con fibras se evaluarán con geometría. En los 4 lados colocarán restricciones con pernos y arandela en extremo para generar fisuración en centro de losa (Rojas, 2009).

En Foto 22 este mecanismo de fisuración, primer esquema muestra barra de concreto, con humedad con una temperatura. Si se seca o enfría barra se contrae y no habrá esfuerzo, como indica el segundo esquema. Si extremos se restringen para igual longitud cuando se seca o enfría, entonces barra hará esfuerzo de tracción. Mientras pasa el tiempo, esfuerzo se libera de a poco por flujo plástico (Creep) (Rojas, 2009).

Continuación de proceso es mostrado en Figura 25. Magnitudes varían con propiedades de concreto. Eje horizontal es paso del tiempo. Cambios en volumen, esfuerzo, resistencia y flujo plástico (Creep) están en vertical. En Curva A, mientras pasa el tiempo (a la derecha) hay contracción por enfriar o secar, representado por caída en curva. En simultaneo dar esfuerzo elástico por restricción, se ve en Curva B. Debido a flujo plástico, esfuerzo de tracción en Curva C es menos que esfuerzo elástico. Resistencia a tracción aumenta, en Curva D. Esfuerzo de tracción C alcanza resistencia a tracción D, habiendo fisura de concreto (Rojas, 2009).

Tras aparición de grietas plásticas, se llevarán a cabo los cálculos y las operaciones. Se adoptará duración máxima de prueba de 2 horas, comenzando con colocar dispositivo caracterizada por la máxima evaporación. Se llevarán a cabo: Primero, identifica región agrietada y se marcan todas las grietas descubiertas (foto 20) (Rojas, 2009).

En segundo lugar, utiliza un equipo óptico (un microscopio), lupa y comparador de grietas para medir la anchura de todas y cada una de las grietas que se han registrado en la losa (Figura 28) (Rojas, 2009).

En el tercer paso, que consiste en medir el crecimiento longitudinal de cada fisura, se utiliza un flexómetro o una regla (Foto 21) (Rojas, 2009).

Ultimo paso, espesor de fisuras encontradas se clasifica según categorías de Tabla 2 (Rojas, 2009).

Tabla 2
Clasificación por Ancho de Fisura

Peso	Ancho (mm)
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
6	0.30
7	0.35
8	0.40
9	0.45
10	0.50
11	0.80

Nota. La tabla muestra el factor de peso según el ancho que se presente en ensayo potencial de fisuración. Fuente: ASTM C-227. Evaluación de afinidad química entre álcali y sílice de cemento y agregado.

De acuerdo con la siguiente fórmula, el valor promedio se calcula multiplicando el peso que se asignó a cada grosor de grieta por toda la longitud de la grieta medida en centímetros. Así se obtiene el valor. El potencial de fractura de la losa está representado por la acumulación de todos los valores promedios (Rojas, 2009).

$$\text{Potencial de fisuración} = \sum(\text{Peso} \times \text{Longitud total})$$

❖ **Propiedades mecánicas del concreto**

➤ **Resistencia a compresión**

Se sometió si resiste compresión según NTP 339.034 (concreto). Resistencia a probetas cilíndricas, se ensayó mediante procedimiento específico.

Norma se aplica a concreto de más de 800 kg/m³, se aplica carga axial a cilindros. La máquina, tendrá 2 bloques de acero, asentada en rotula, para acomodarse a superficie superior de probeta y bloque sólido para asentarse la misma. La cara de bloques tendrá 3% más de diámetro de probetas.

Tabla 3
Máximo Valor de Diámetro de Bloque y Probeta de Ensayo

Diámetro de probeta en ensayo, mm	Máximo diámetro, mm
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

Nota. La tabla muestra el máximo valor de diámetro de bloque y máximo diámetro para prueba de compresión. Fuente: NTP 339.034 (concreto). Método de esfuerzo a compresión de muestras cilíndricas.

Centro de rótula debe coincidir con superficie con tolerancia $\pm 5\%$ radio de rótula. Diámetro de rótula tiene que ser 75% diámetro de probeta.

Diámetro usado en cálculo de probeta se establece con 0.25 mm por promedio de 2 diámetros medido en ángulo recto cerca a probeta.

Una vez evaluadas las probetas en condiciones de humedad, ensayos de compresión se harán inmediatamente después de extraerlas de la cámara húmeda.

Tabla 4
Tolerancias para Tiempo de Fractura de Probetas

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h ó 2.1 %
3 d	± 2 h ó 2.8 %
7 d	± 6 h ó 3.6 %
28 d	± 20 h ó 3 %
90 d	± 48 h ó 2.2 %

Nota. La tabla muestra tolerancias en horas una vez retirado de curado para ensayo de la resistencia a compresión. Fuente: NTP 339.034 (concreto). Método esfuerzo a compresión de muestras cilíndricas.

Verifique al poner probeta en prensa, no deben tener partículas u otros cuerpos, revise también alineación.

Aplicar carga a velocidad de 0.25 ± 0.05 MPa/s, velocidad de movimiento se mantendrá la mitad final de fase de carga anticipada.

Relación longitud de espécimen entre diámetro 1.75 o menos, corrija resultado por factor de corrección con tabla 5.

Tabla 5
Factor de Corrección para Relaciones $L/D \leq 1.75$

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Nota. Tabla muestra corrección por relación entre longitud y diámetro de probeta. Fuente: NTP 339.034 (concreto). Método de esfuerzo a compresión de muestras cilíndricas.

Relación $L/D = 2$.

Cuando es necesario determinar la densidad del material, se realizan los siguientes procedimientos hasta una estimación de 10 kg/m^3 :

$D = \text{masa de espécimen (kg)}/\text{volumen de espécimen (m}^3\text{)}$

Coeficiente de variación en laboratorio es variación que se espera de medir resistencia en cilindros. Valores para coeficiente de variación en laboratorio para cilindros $150 \times 300 \text{ mm}$ aplica a resistencia a compresión 15 MPa y 55 MPa , cilindros $100 \times 200 \text{ mm}$ aplica para resistencias a compresión entre 17 MPa y 32 MPa .

➤ Resistencia a flexión

Se hace según NTP 339.078. Método resistencia a flexión de concreto y vigas con cargas a tercios de tramo.

Aquí aplica carga tercia de luz de viga hasta fallar. Módulo de rotura es calculado según lugar de falla, no más de 5% luz libre.

No se usará en ensayo bombas sin carga continua. Si se usara bombas de desplazamiento positivo que complete ensayo en carrera de pistón. Máquina aplicara carga de velocidad uniforme sin interrupciones.

Relación de distancia entre punto aplicación de carga y punto de reacción cerca a profundidad de viga es 1 ± 0.03 .

Carga perpendicular a cara superior de viga para evitar excentricidad.

Dirección de reacciones paralela a dirección de carga durante prueba.

Viga, tiene luz libre que equivale 3 veces altura, tolerancia 2%. Las superficies tienen que estar sin asperezas y cangrejas.

Ensayo de flexión luego de extraer viga de cámara húmeda, en condición húmeda, aplicando carga continua, sin impacto al espécimen hasta romperse. Aplicar carga a velocidad creciente constante de resistencia de fibra extrema, 0.9 MPa/min y 1.2 MPa/min, hasta romper viga. Relación carga se calcula con:

$$r = \frac{Sbd^2}{L}$$

Donde:

r: relación carga, en N/min.

S: tasa incremento de tensión máxima en cara de tracción, en MPa/min.

b: ancho promedio viga, en mm.

d: altura promedio viga, en mm.

L: longitud tramo, en mm.

Para conocer dimensión transversal para aplicar en cálculo de módulo de ruptura, medir en cara fracturada luego de la prueba. Para dimensiones, medir cada borde y centro de sección transversal. Medir 3 veces largo de dimensión, para saber ancho promedio, altura promedio y línea para fractura de viga de falla. Medir con precisión 1 mm. Si fractura se da en refrentado incluir medida de espesor de capa.

Si falla en tercio medio de luz, calcular módulo rotura:

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

Dónde:

Mr: Módulo Rotura, en MPa.

P: carga máxima de rotura, en N.

L: luz libre entre apoyos, en mm

b: ancho de viga, en mm.

h: altura de viga, en mm.

Peso de viga no se considerará en cálculo anterior.

Para determinar módulo de rotura se usa ecuación, si fallo se produce fuera de tercio central a distancia de este no superior 5 por ciento de luz libre:

$$Mr = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Donde:

a: distancia entre línea de falla y apoyo cercano a medida en largo de línea central de superficie inferior de viga, en mm.

Peso de viga no se considera en cálculo anterior.

Se considera que el ensayo no es válido si el fallo se produce fuera de tercio central a distancia de este superior al cinco por ciento de la luz libre.

Se vio que coeficiente de variación de resultados depende de resistencia de vigas. El operador, coeficiente de variación 5.7%. Luego, resultados de 2 ensayos del mismo operador en viga a partir de muestra de mismo lote, no difiere más de 16%.

Si es en diversos laboratorios, coeficiente de variación 7%, luego, resultados de 2 ensayos en vigas de lote, no difiere más de 19%.

En Norma Técnica Peruana no existe desviación si no se acepte procedimiento normalizado para determinarlo.

2.3. Marco conceptual

Concreto: Material compuesto usado en industria de construcción y consiste principalmente en un aglutinante al que se añaden áridos (a veces llamados simplemente "agregados"), agua y otros aditivos. La mayoría de las veces, el aglutinante está compuesto por cemento (Portland), que se combina con agua para inducir reacción de hidratación. Los agregados están formados por las partículas de los áridos, que se distinguen principalmente por su diámetro medio (clasifica en grava, gravilla y arena) (Wikipedia, 2019).

Concreto reforzado con fibras: Material multifásico con pasta de cemento, agua, áridos, aditivos y fibras (Dávila, 2010).

Ensayo de consistencia del concreto: Según el ACI 116, la consistencia se determina por movilidad relativa del concreto a la fluidez, y la organización reconoce que ensayo de asentamiento es método más usado que evalúa consistencia de concreto. Ensayo de asentamiento es una prueba casi estática donde concreto se deforma por acción de propia energía potencial. Este ensayo también se conoce como ensayo de deformación del asentamiento. Por ello, no se prevé su uso en producción de combinaciones de concreto duro; más bien, sólo puede utilizarse en la producción de mezclas que requieran un pequeño esfuerzo para deformarlo e iniciar a fluir, como consistencia semiplástica y en adelante (ACI116, 1990).

Ensayo Contenido de aire de concreto: Para saber nivel de aire en muestra se utilizará técnica de presión descrita en la NTP 339.080. concreto. El uso de la presión como herramienta para conocer cantidad de aire

presente en mezclas frescas Prueba de tipo hidráulico. La ley Boyle, relación entre presión y volumen, sirve de base para la técnica de la presión.

Ensayo de Peso unitario de concreto: Expresado en porcentaje de volumen total es peso específico. Para determinarlo, hay que dividir peso de un cuerpo o sustancia por volumen que ocupa para obtener la respuesta.

Peso unitario se calcula según NTP 339.046 (concreto). La técnica gravimétrica se utiliza para saber rendimiento, densidad y nivel de aire de concreto

Ensayo Potencial de fisuración del concreto: Tendrá como objetivo la evaluación cuantitativamente grado de agrietamiento por retracción plástica que se produce en superficie internamente restringido cuando dicho elemento está expuesto a ambiente con nivel alto de evaporación. Para lograr este objetivo, se basa en norma ASTM C 227, que es una evaluación del potencial expansivo de afinidad química entre álcali y sílice de combinación de cemento y áridos.

Ensayo de Resistencia a compresión: Concreto sometido a prueba de resistencia según NTP 339.034, que se sigue (concreto). Resistencia a compresión de probetas cilíndricas se ensayó mediante procedimiento específico.

La norma, que puede aplicarse al concreto con un peso específico superior a 800 kg/m^3 , es aplicar carga a cilindros. La máquina de ensayos calibrada dispondrá de 2 bloques de acero: uno estará asentado en rótula, para acomodarse en superficie de probeta; otro estará asentado en bloque macizo, sobre el asentar probeta. La máquina también tendrá una rótula que

le permite alojar superficie inferior de muestra. Los diámetros de las probetas que se van a ensayar deben ser al menos un tres por ciento mayores que las dimensiones de las caras de los bloques que se van a utilizar.

Ensayo de Resistencia a flexión: Según NTP 339.078. Técnica que puede utilizarse para establecer resistencia a flexión de vigas y apoyadas aplicando carga a tercios de la luz.

Carga a aplicar a una distancia igual a $2/3$ de luz de viga, y el procedimiento continúa hasta que viga falla. Módulo de rotura debe calcularse según posición de la rotura, que debe producirse dentro de tercio central de luz libre o a distancia no superior al 5% de luz libre.

Ensayo temperatura del concreto: Requiere que temperatura de concreto recién mezclado se determine según NTP 339.184:2013. (concreto). Técnica que puede utilizarse en establecer temperatura de mezclas. Para tomar lectura de temperatura de concreto recién mezclado, sensor tiene que estar envuelto en 7,5 centímetros (3 pulgadas) de concreto en toda dirección. Esto hacerse 2,5 minutos, o hasta estabilizar temperatura, y debe tener una precisión de aproximadamente 0,5 grados Celsius. La temperatura debe oscilar entre -18 grados Celsius y 50 grados Celsius

Fibra de nylon: Es familia de fibras artificiales conocidas como fibras sintéticas. Estas fibras se desarrollaron como consecuencia de investigación y desarrollo de industrias petroquímica y textil. El acrílico, la aramida, el carbono, el nylon, el poliéster, el polietileno y el polipropileno son algunas de las fibras sintéticas que se incluyen en esta categoría de fibras sintéticas (Dávila, 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El concreto incorporado con fibra nylon 120D/2 presenta mejores propiedades plásticas y mecánicas en compresión y flexión frente a un concreto sin incorporación.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a) El concreto incorporado con fibra nylon 120D/2 presenta mejor propiedad plástica en consistencia, contenido de aire atrapado, temperatura, peso unitario y potencial de fisuración frente a un concreto sin incorporación.
- b) El concreto incorporado con fibra nylon 120D/2 presenta mejor propiedad mecánica en compresión y flexión frente a un concreto sin incorporación.

3.2. Método

En el estudio, se estableció efectos de fibra nylon en propiedades plástica y mecánicas en resistencia a compresión, flexión de concreto $f'c$ 210 kg/cm², para estudio se usó método experimental.

Se empleo método experimental. Emplea observación de fenómenos, crea hipótesis y diseña experimento, para reproducir objeto de estudio, con control de fenómeno para comprobar hipótesis. Involucra manipulación intencional de actos para analizar efectos. Manipulación deliberada de variables independientes y conocer consecuencias de la manipulación sobre variables dependientes, en medio controlado del investigador. (Behar, 2008. p. 47)

En el estudio se adicono fibra de nylon en mezcla de concreto en diversas proporciones y para ver efectos sobre propiedades plásticas y mecánicas de concreto como consistencia, contenido de aire, temperatura, peso unitario, potencial de fisuración, resistencia a compresión y flexión, teniendo 2 grupos, el experimental y uno de control.

Orientación: aplicada

El estudio muestra problemas concretos, siendo un estudio aplicado porque no busca desarrollar teorías nuevas.

Según Behar Rivero (2008):

Estos estudios también son llamados práctica, activa, dinámica; porque buscan aplicar o usar conocimientos que se adquieren. Forma de estudio busca aplicación inmediata y no desarrollar teorías. (p. 20)

Enfoque: Cuantitativo

Estudio recolecto datos numéricos del campo de ingeniería civil.

Según Hernández (2014):

Enfoque representa procesos secuenciales y probatorios. Cada etapa precede la siguiente, sin poderse eludir pasos. Tiene un orden y construye perspectiva teórica. Se crean hipótesis de preguntas y se determinan variables; buscando la forma de probarlas (diseño); mide variables en contexto; analiza mediciones usando métodos estadísticos, para obtener conclusiones. (p. 128).

En el estudio se plantean interrogantes y objetivos que se responderán, por eso se realiza marco teórico con respectivo sustento bibliográfico relacionadas a estudios similares, se plantean preguntas de hipótesis, determinan variables dependientes e independientes, crean muestras usando pasos indicados en bibliografía usada de referencia, para poder medirlas, analizarlas y finalmente tener conclusiones.

Recolección de datos: Prolectivo

Es prolectivo según forma de obtener datos, clasifica como fuente primaria si información se obtiene directamente de paciente para lograr objetivos del estudio (Sánchez & Rosas & Mendoza, 2018, p.351).

La obtención de datos del estudio se dio de fuente primaria y no secundaria, para pruebas del marco teórico.

3.3. Tipo de investigación

Aplicada. Según Behar Rivero (2008):

También llamada práctica activa dinámica; busca aplicar o usar conocimientos adquiridos, para su aplicación inmediata y solo generar teorías. (p. 20)

En el estudio se usan conocimientos en Ingeniería Civil para hacer experimentos en laboratorios, en medios controlados según normas, para analizar resultados, para ver si se acepta o rechaza hipótesis.

3.4. Nivel o alcance de investigación.

Descriptivo correlacional, demostrará parámetros del estudio, así como también describir correlacionar y explicar parámetros obtenidos del experimento de la población y los comparamos con nuestros resultados iniciales y finales.

Es descriptico porque tienen como finalidad especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado (Sampieri & Mendoza, 2018, p.108).

Es correlacional cuando los antecedentes nos proporcionan generalizaciones que vinculan variables (hipótesis) sobre las cuales trabajar (Sampieri & Mendoza, 2018, p.113).

Será correlacional ya que medirá grado de asociación entre 2 variables de un antes y después. Se medirá y analizará la correlación y se sustentará en las hipótesis sometidas a prueba como es un concreto sin y con incorporación de fibra de nylon.

3.5. Diseño de investigación

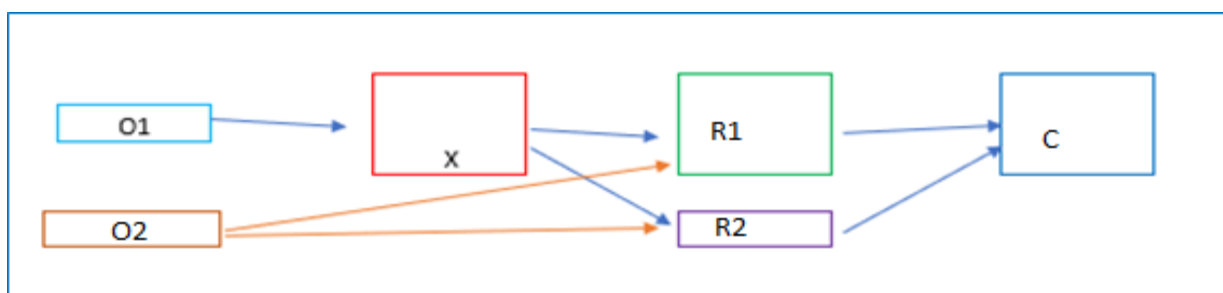
El término "cuasi-experimento" hace referencia a investigaciones experimentales donde sujetos de estudio no se asignan aleatoriamente. (Rossi, P.H Y Freeman, H.E, 1993).

Es tipo Cuasi experimental, porque nuestro grupo de estudio no son asignados aleatoriamente sino planteados por conveniencia, evaluará efectos de fibra poliéster (variable independiente) en propiedades (variables dependientes) plásticas y mecánicas de concreto. Experimentos en laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto, datos obtenidos de manera estándar de laboratorio y procesamiento estadístico.

Diseño planteado es una muestra sin incorporar fibras y 5 muestras incorporando fibras y experimentarlas en laboratorio para obtener resultados en las propiedades plásticas y mecánicas, para luego tener conclusiones de hipótesis planteadas.

Figura 1

Diseño de Investigación



Nota. Se muestra diseño de investigación. Fuente: Elaboración Propia, 2022.

Donde:

X: Adición de fibra de nylon en cantidades de 900, 1200, 1500, 1800, 2400 gr/m³ de concreto.

O1: Diseño concreto f'c: 210 kg/cm².

O2: Diseño concreto f'c: 210 kg/cm².

R1: Resultados de propiedades plásticas.

R2: Resultados de propiedades mecánicas en resistencia a compresión y flexión.

C: Conclusiones respecto a las propiedades plásticas y mecánicas.

3.6. Operacionalización de variables

Tabla 6

Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Medición	Rango de Variabilidad	Técnica	Instrumentos Recojo de Datos
Variable Independiente X Fibra de Nylon	Concreto fibroreforzado combinado con cemento hidráulico, agregados, agua y fibras dispersas, que forman red tridimensional dentro de concreto para darle nuevas características (Armas, 2016).	Empleo método analítico, con observación y un análisis a datos de experimentos de laboratorio, dio a conocer efectos de fibra nylon en propiedades plásticas y mecánicas de concreto hidráulico (Armas, 2016).	Adición	gr	0, 900, 1200, 1500, 1800, 2400	Observación Directa	Ficha según ACI aumentando la adición en peso al m ³ de concreto
			Consistencia	Pulg.	3 a 4	Observación Directa ASTM C 143	Formato asentamiento en concreto fresco con código MTC E 705 y ASTM C 143
Variable Dependiente Y1 Propiedades plásticas	Son características y cualidades del concreto en estado plástico, dependerá de calidad de agregados y adiciones usadas en creación del concreto (Armas, 2016).	Empleo método analítico, con observación y un análisis realizado a datos obtenidos en experimentos de laboratorio dio a conocer efectos de fibra de nylon en propiedades plásticas y mecánicas de concreto hidráulico (Armas, 2016).	Porcentaje contenido de aire	%	0.2 a 3	Observación Directa ASTM C 33	Formato nivel de aire en concreto fresco con código MTC E 706 y ASTM C 33
			Potencial de fisuración	%	A evaluar	Observación Directa ASTM C 227	Formato potencial de fisuración en concreto fresco con código ASTM C 227

			Temperatura	°C	Máximo 32 °C	Observación Directa NTP 339.184	Formato temperatura en concreto fresco con código MTC E 1064 y NTP 339.184
			Peso Unitario	kg/m ³	2300 a 2400	Observación Directa ASTM C 138	Formato peso unitario en concreto fresco con código MTC E 714 y ASTM C 138
Variable Dependiente Y2 Propiedades mecánicas	Son las características y cualidades que posee el concreto en estado endurecido, depende de la calidad de los agregados y adiciones utilizadas la elaboración del concreto (Armas, 2016).	Se aplicó el método analítico, mediante la observación y el análisis realizado a los datos obtenidos en la experimentación en laboratorio permitió reconocer los efectos que produce fibra de nylon en propiedades plásticas y mecánicas de concreto hidráulico (Armas, 2016).	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	210	Observación Directa ASTM C 39	Formato de ensayos a compresión de testigos de concreto con código MTC E 704 y ASTM C 39
			Resistencia a flexión	kg/cm ²	10 a 15 del f'c	Observación Directa NTP 339.079	Formato de ensayos a Flexión de testigos de concreto con código NTP 339.079 y MTC 709

Nota. La tabla muestra la operacionalización de las variables independientes y dependientes en estudio. Fuente: Elaboración propia, 2022.

3.7. Población, muestra y muestreo.

3.7.1 Población

Es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Sampieri & Mendoza, 2018, p.198).

Población de estudio formada por concretos que resisten compresión $f'c$ 210 kg/cm², patrones adicionados con nylon en 0, 900, 1200, 1500, 1800 y 2400 gr/m³ de concreto, las cantidades de la población consideradas según a la Norma Peruana y se consideró las cantidades mínimas a ensayar en estados de concreto fresco y endurecido.

Se consideró por conveniencia de inclusión a la población solo a concretos que resista compresión $f'c$ 210 kg/cm², porque es un concreto convencional son más empleados en estructuras como columnas, vigas y losas y representara un patrón de comportamiento para otras resistencias.

Se consideró excluir por conveniencia a la población de concretos diferentes que resista compresión $f'c$ 210 kg/cm², por ser diseño de concreto más utilizado en las edificaciones, pavimentaciones, entre otros en la ciudad de Abancay.

La cantidad la población para estado plástico será en total de 52 y 144 para el estado mecánico.

3.7.2 Muestra

Es el subconjunto sea un reflejo fiel del conjunto de la población (Sampieri & Mendoza, 2018, p.200).

Es muestras no probabilísticas, subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación (Sampieri & Mendoza, 2018, p.200)

Esta es una muestra no probabilística porque estudio es valioso por nivel causa-efecto pues permite aislar otras variables, sin embargo, pero no generaliza a todos los concretos de diversas resistencias $f'c$ 210 kg/cm², sino a grupo de concreto añadiendo fibras nylon de $f'c$ 210 kg/cm² con ciertas características de incorporación.

Muestras igual a población, porque se evaluará toda población y se considerará en el estudio y se procesará datos de resultados.

Tabla 7

Cantidad de Ensayos de Concreto en Estado Plástico

Ensayos de concreto en estado fresco	0	900	1,200	1,500	1,800	2,400	Sumatoria
	g	g	g	g	g	g	
Consistencia	2	2	2	2	2	2	12
Porcentaje contenido de aire	2	2	2	2	2	2	12
Temperatura	2	2	2	2	2	2	12
Peso unitario	2	2	2	2	2	2	12
Potencial de fisuración	2				2		4
Sumatoria total							52

Nota. Se muestra en la tabla las cantidades de ensayo a desarrollarse en estado plástico. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Haciendo un total de 12 ensayos de cada propiedad plástica del concreto y solo 4 de potencial de fisuración.

Tabla 8
Cantidad de Ensayos de Concreto Endurecido

Ensayos de concreto en estado endurecido	Días del ensayo	0 g	900 g	1,200 g	1,500 g	1,800 g	2,400 g	Sumatoria
Resistencia a la compresión	7	4	4	4	4	4	4	24
	14	4	4	4	4	4	4	24
	28	4	4	4	4	4	4	24
Resistencia a la flexión	7	4	4	4	4	4	4	24
	14	4	4	4	4	4	4	24
	28	4	4	4	4	4	4	24
Sumatoria total								144

Nota. Se muestra en la tabla las cantidades de ensayos a realizarse en estado endurecido. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Haciendo un total 72 muestras de ensayos de la resistencia a compresión y 72 de resistencia a flexión.

3.7.3 Muestreo

Es el caso a seleccionar de una población y cuyo conjunto integra la muestra (Sampieri & Mendoza, 2018, p.198)

No se hará muestreo porque población igual a muestra.

3.8. Técnica e instrumentos

3.8.1 Técnica para recolectar datos

Es definir la forma idónea de recolectar los datos cuantitativos de acuerdo con el planteamiento del problema y el método implementado (alcance, hipótesis, diseño y muestra) (Sampieri & Mendoza, 2018, p.224)

En este estudio se empleó técnica de Observación Directa. Datos observados se plasmaron de formato estándar de Laboratorio de Mecánica de suelos y concreto, según Normas Técnicas Peruanas o Normas Internacionales ASTM, MTC.

- Objeto a observar: Concreto.
- Observador: Investigador.

- Circunstancias en que se observa: Laboratorio de Mecánica de suelos y concreto.
- Medios para observar: Percepción de investigador, equipos de laboratorio y formatos para recolectar y procesar datos.
- Conocimientos que se observan: Resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

3.8.2. Instrumentos para recolectar datos

En los estudios cuantitativos no resulta extraño que se incluyan varios tipos de cuestionarios al mismo tiempo que pruebas estandarizadas y recopilación de contenidos para análisis estadístico u observación. Incluso, al utilizar diversos instrumentos se ayuda a establecer la validez de criterio (Sampieri & Mendoza, 2018, p.294).

Listado de los instrumentos según: formato estándar de diseño de mezclas de Laboratorio de Mecánica de suelos y concreto del MTC, ASTM, NTP.

- a. Instrumento de recolección de propiedades plásticas de concreto
 - Formato para recolectar asentamiento. MTC E 705 y ASTM C143. Método medición de asentamiento de concreto con cono Abrams.
 - Formato para recolectar Porcentaje de contenido aire. MTC E 706 y ASTM C33. Método para nivel de aire en mezclas frescas. Ensayo hidráulico.
 - Formato para recolectar Temperatura. NTP 339.184:2013 y MTC E 1064. Método temperatura de mezclas de concreto.
 - Formato recolecta Peso Unitario. MTC E 714 y ASTM C130. Método densidad, rendimiento y contenido de aire de concreto.

- Formato para recolectar Potencial de fisuras. ASTM C227. Evaluación de afinidad química expansivo entre álcali y sílice de combinación de cemento y agregados.
- b. Instrumento de recolección de propiedades mecánicas
- Formato ensayos a compresión de testigos de concreto. MTC E 704 y ASTM C 39. Método para esfuerzo a compresión de cilindros de concreto.
- Formato ensayos a flexión de testigos de concreto. NTP 339.079. Método de resistencia a flexión y vigas con cargas a tercios del tramo.

3.9. Consideraciones éticas

Las normas de conducta ética del investigador de Universidad Tecnológica de los Andes:

Promover estudio, desarrollo tecnológico e innovación para incrementar conocimiento y bienestar social.

Hacer buen uso de fondos brindados para estudio.

Se debe cumplir la normas institucionales y gubernamentales que regulen el estudio, también velar protección humanos, buen trato animal, y protección de ambiente.

Reportar resultados de forma abierta y completa a comunidad científica.

Describir experimentos hechos, muestra de trabajo, metodología y análisis de forma precisa.

Compartir procedimientos de software, datos y resultados, con investigadores, para más colaboración.

No usar trabajo de otros como propio. Citando correctamente estudios y resultados relevantes.

Si evalúa manuscrito y solicitudes de financiamiento de investigadores, brindar confidencialidad.

Revelar los conflictos de interés haya cuando investigador cumpla distintos roles como autor, evaluador y consejero.

Este estudio se planteó según problemática de área en estudio, manipularon datos con veracidad y honestidad, según material encontrado, esto implica la originalidad del trabajo, así como el carácter de ser único, no copia de trabajos de investigación similar que ya existen.

3.10. Procesamiento de datos

Procesamiento de datos hecho con prueba t student.

Prueba estadística que evalúa si 2 grupos difieren entre sí significativamente. Simbolizar con “t” hipótesis de diferencia entre 2 grupos. Hipótesis de estudio propone que grupos difieren significativamente e hipótesis nula indica que no difieren. (Sampieri, 2010).

Se probó según procedimiento estadístico t de student porque acerca de lo que difieren entre 2 grupos entre sí significativamente respecto a medias probando hipótesis, se utilizó el programa Excel.

En gabinete se hizo mezclas que resistan 210 kg/cm², mezclas patrón (con 0 gr/m³ de fibra) se verificaron en laboratorio hasta conseguir mezcla con resistencia necesaria, mezcla patrón se aprobó por ingeniero asesor que autorizo continuar con el estudio. Mezclas base para resistencia tuvo agregado de fibra de nylon en 900, 1200, 1500, 1800 y 2400 gr/m³, se procedió a seleccionar y dosificar materiales para luego elaborar especímenes de concreto que se sometan a ensayos según propiedad a evaluar, recopilando información de manera estándar de laboratorio

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

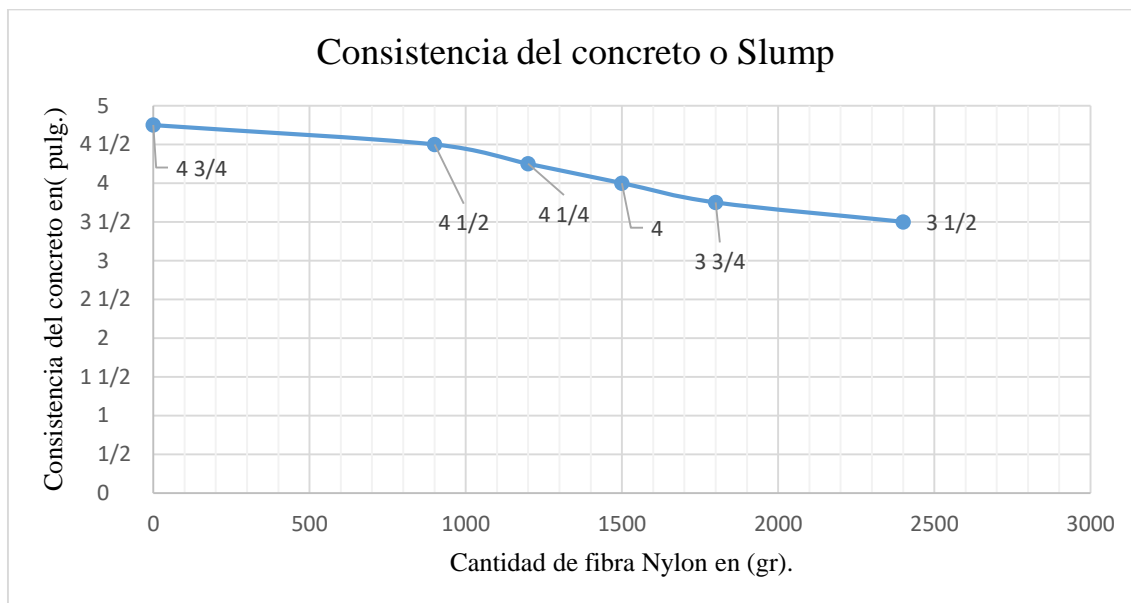
4.1. Resultados

4.1.1. Efectos de la adición fibra nylon 120D/2 en propiedades plásticas

4.1.1.1 Consistencia.

Mezcla patrón 210 kg/cm² con Slump 4.00 plg., reduciendo a 3.25, 3.50, 3.50 y 4.00 pulgadas (disminuciones del 6.25%, 12.5%, 12.5% y hasta 0.00 % de slump de diseño), al agregar fibra de nylon 120D/2 en dosis de 900, 1200, 1500, 1800 y 2400 gr/cm³ respectivamente.

Figura 2
Resultados Promedio de Consistencia



Nota. El gráfico muestra que a medida que aumenta adición de fibra nylon al concreto este disminuye asentamiento, pero las consistencias están dentro de los rangos aceptables. Fuente: Elaboración propia, 2023.

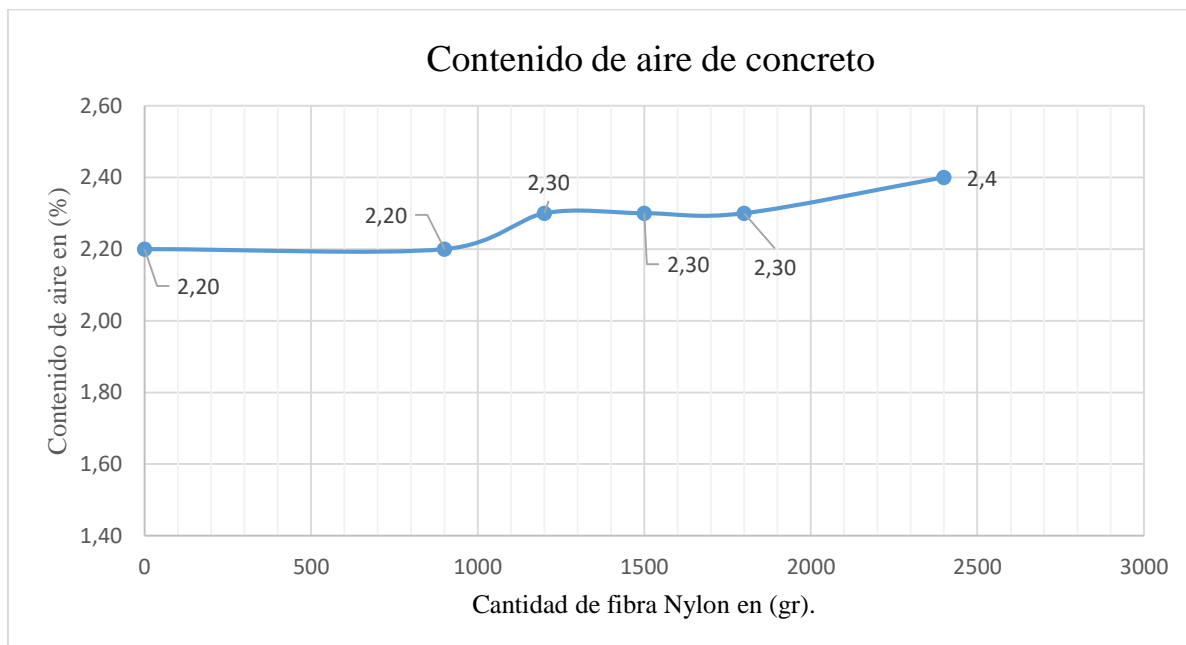
Asentamiento de concreto fresco según NTP 339.035 concreto. Método medición de asentamiento de concreto cono Abrams.

Trabajabilidad de concreto reduce al incrementar dosis de fibra de nylon, pero esta del rango establecido. Slump depende de absorción de agua y poros, nivel de agua, nivel de agregados fino y grueso, forma y superficie de agregado, es necesario la adición de un súper plastificante de acuerdo al proporcionamiento de la adición de fibra nylon.

4.1.1.2. Contenido de aire.

En concreto fresco según NTP 339.080. (concreto). Método de aire en mezcla fresca. Ensayo hidráulico. Mezcla patrón 210 kg/cm² con aire 2.20%, incrementándose 2.20, 2.30, 2.30, 2.30 y 2.40% (aumentándose 0%, 5%, 5%, 5% y 9% de contenido de aire en mezcla base), al agregar fibra nylon 120D/2 en cantidades 900, 1200, 1500, 1800 y 2400 gr/m³.

Figura 3
Resultados Promedio de Nivel de Aire



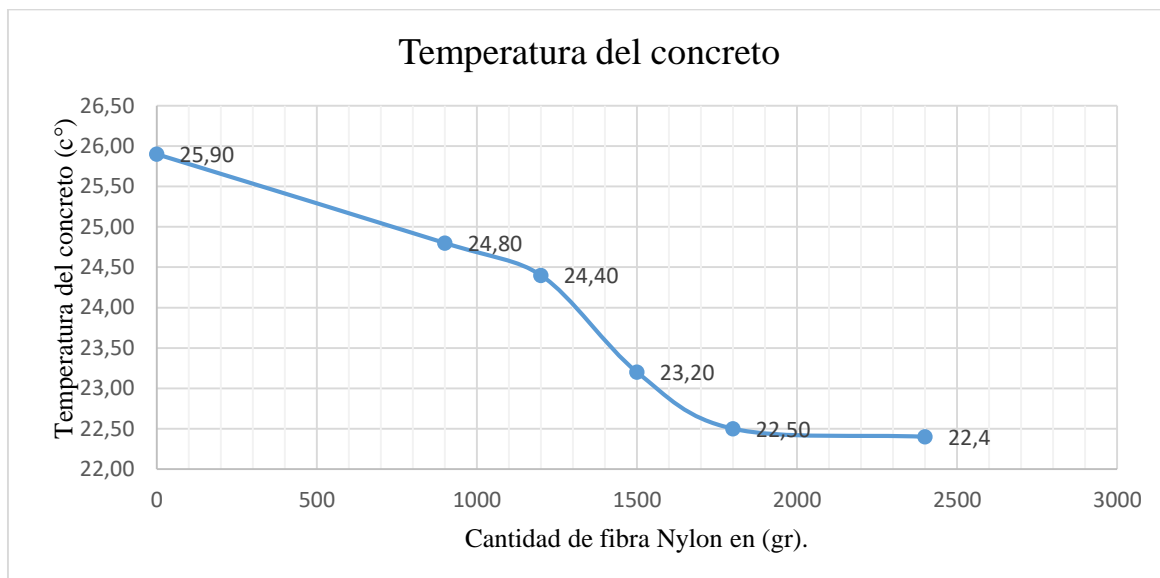
Nota. El gráfico muestra que contenido de aire de concreto adicionado varía muy poco respecto al concreto patrón sin incorporación, porque las fibras incorporan un % mínimo de aire. Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.1.3. Temperatura.

Según NTP 339.184. (concreto). Método para establecer temperatura de mezclas de concreto.

Agregar fibra de nylon 120D/2 en dosis de 900, 1200, 1500, 1800, 2400 gr/m³ en concreto para diseño patrón de mezcla 210 kg/cm², afecta poca temperatura de concreto, teniendo temperaturas de concreto desde 22.40C° hasta 25.90C°.

Figura 4
Resultados Promedio de Temperatura de Concreto



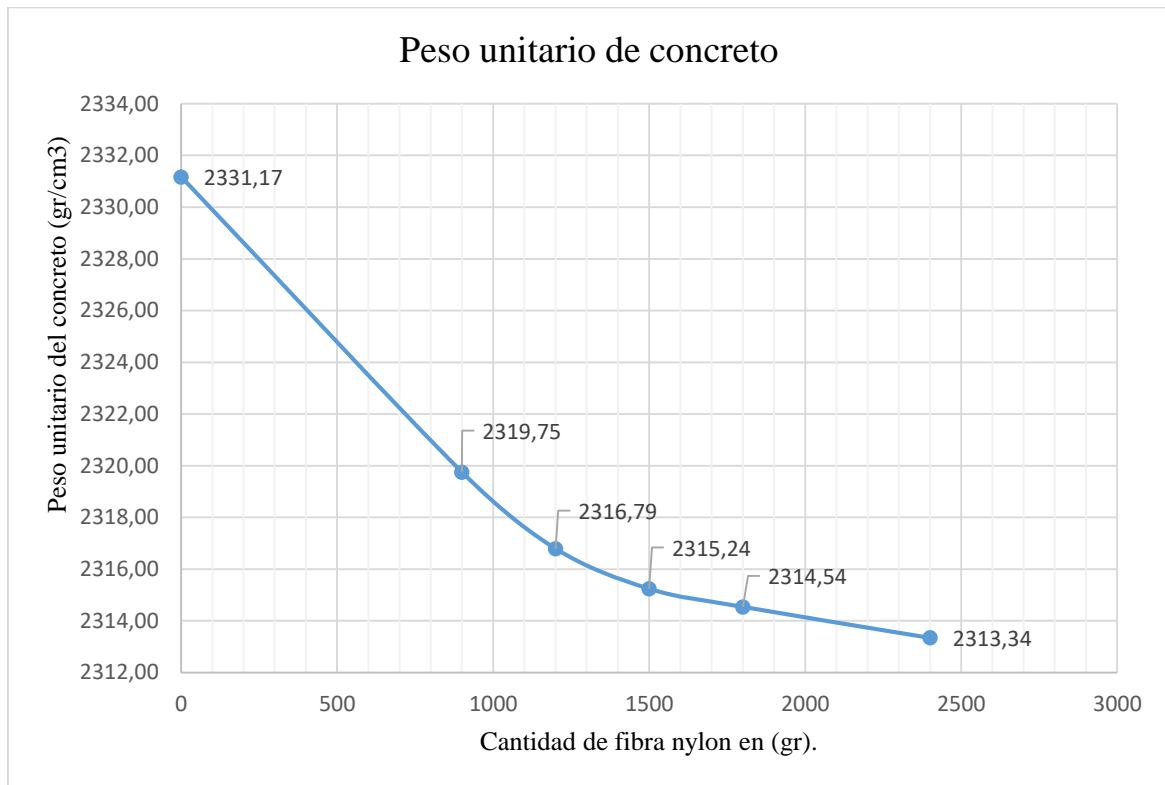
Nota. El gráfico muestra que la temperatura disminuye un poco al incorporar fibra de nylon a concreto, no influyendo considerablemente en esta propiedad y estando dentro de los rangos aceptables. Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.1.4. Peso unitario.

De concreto fresco según NTP 339.046 (concreto). Método densidad (peso unitario), contenido de aire (método gravimétrico).

Agregar fibra de nylon 120D/2 en dosis 900, 1200, 1500, 1800,2400 gr/m³ de concreto no altera al peso unitario, varia un poco el peso unitario según la dosis de fibra nylon en un rango de 2313.34 gr/cm³ a 2331.17 gr/cm³.

Figura 5
Resultados Promedio Peso Unitario de Concreto



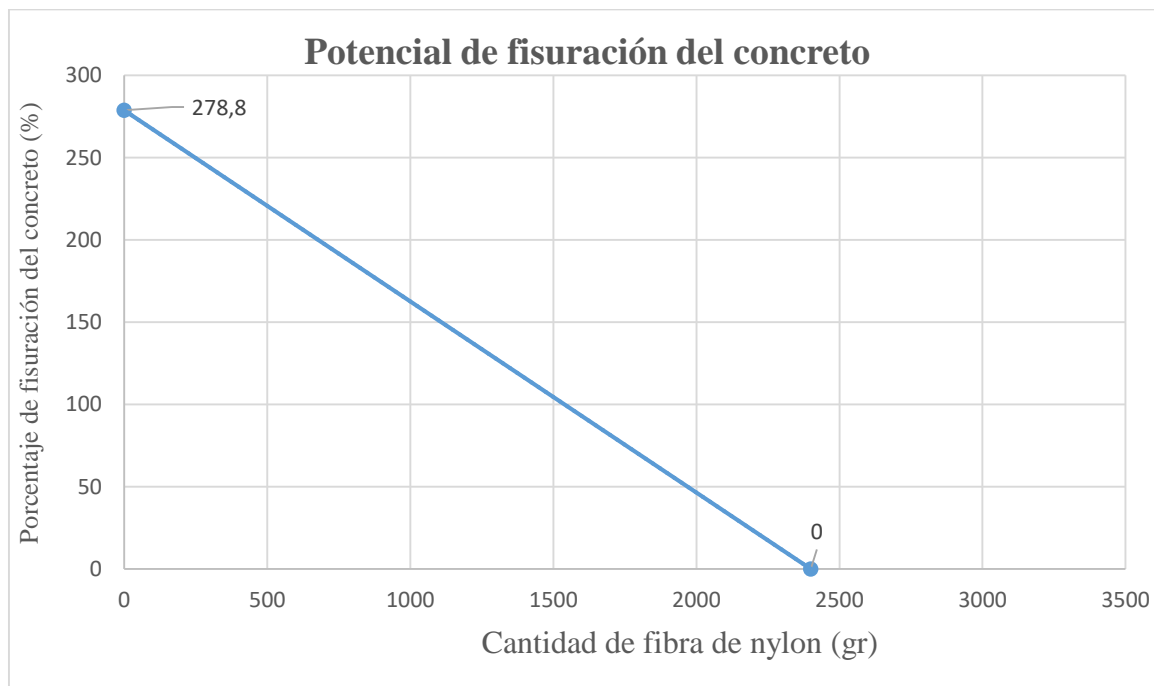
Nota. El gráfico de los promedios de peso unitario nos muestra un poco de variación a medida que añade fibra de nylon al concreto, estando dentro de los rangos aceptables. Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.1.5. Potencial de fisuración.

Por contracción plástica según Norma Internacional ASTM C 1579 -12 Evaluating plastic shrinkage cracking of restrained fiber reinforced concrete. 4 losas se colocaron en túnel de viento, a temperatura interior constante 30 C°, para obtener tasa de evaporación mayor o igual a 1.5 lt/m²/h, riesgo alto de fisura. Se vio que la adición de fibra de 1800 gr/m³ de concreto que es valor óptimo de resistencia a compresión, disminuye la fisuración en 278.80% frente a concreto patrón sin fibra.

Figura 6

Resultados Promedio del Potencial de Fisuración de Concreto



Nota. El gráfico de potencial de fisuración nos muestra una reducción considerable de 278.80% cuando se incorpora dosificación óptima de fibra de nylon 1800 kg/m³, demostrando un aporte positivo al concreto. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Muestra patrón en el túnel viento donde se obtuvo una reducción de fisuras en 278.80%.

4.1.2. Efectos de la adición fibra de nylon 120D/2 en propiedades mecánicas

4.1.2.1. Resistencia a compresión.

Para especímenes según NTP 339.034 (concreto). Método esfuerzo a compresión de muestras cilíndricas.

Mezcla 210 kg/cm², de 24 probetas ensayadas a los 7 días, que al adicionar fibra de nylon 120D/2 en cantidades de 900,1200, 1500, 1800 y 2400 gr/m³ de concreto se tuvo decremento a resistencia a compresión de -22.97, -12.01, -7.93, -6.98, -11.23%, respecto a resistencia patrón promedio 230.70 kg/cm².

Tabla 9

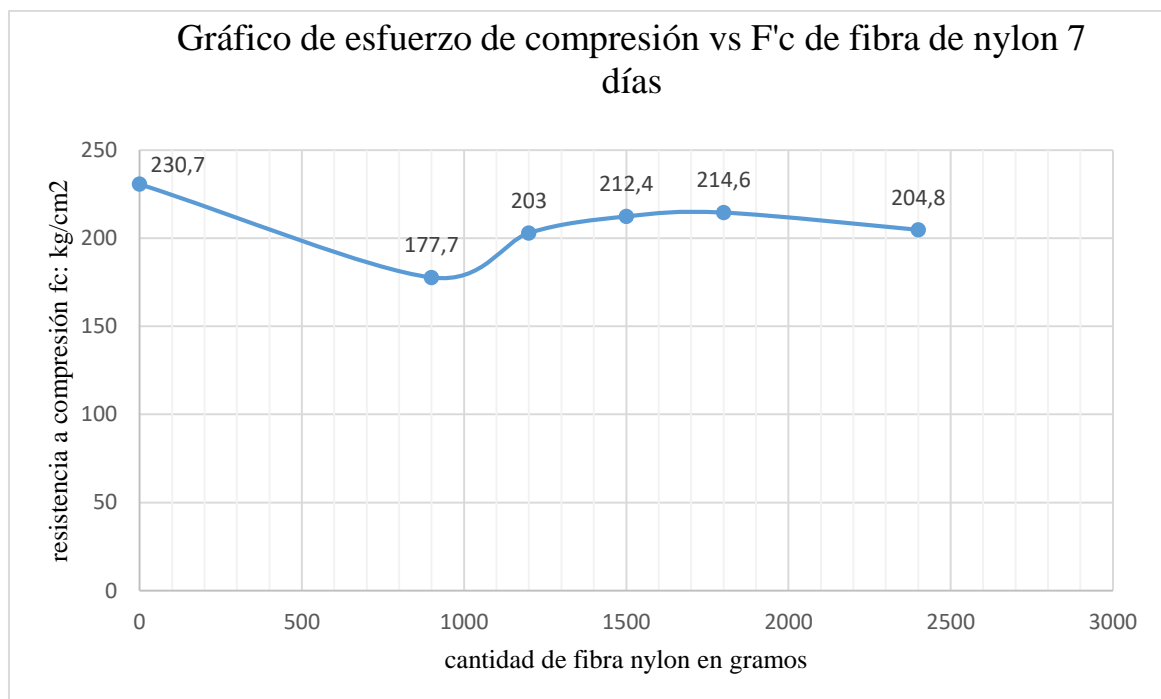
Resultados Promedio a 7 Días de Resistencia a Compresión

Dosis de fibra (gr/m ³)	f'c en 7 días (kg/cm ²)	% Incremento resistencia
0	230.7	0
900	177.70	-22.97%
1200	203.0	-12.01%
1500	212.40	-7.93%
1800	214.60	-6.98%
2400	204.80	-11.23%

Nota. La tabla muestra una disminución a resistencia a compresión día 7 de ensayo, disminuyendo un -6.98% cuando la dosificación es de 1800 gr/m³ Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 7

Gráfico de Resultados Promedio el Día 7 de Resistencia a Compresión



Nota. El gráfico muestra que al añadir fibra nylon al diseño de concreto al día 7 de prueba, disminuye su resistencia a compresión hasta 214.60 kg/cm² cuando dosis es 1800kg/m³. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Mezcla 210 kg/cm², las 24 probetas ensayadas a los 14 días, que al adicionar fibra de nylon 120D/2 en cantidades de 900,1200, 1500, 1800, 2400 gr/m³ de concreto se tuvo decremento a resistencia a compresión de -22.58, -14.25, -7.63, -9.23, -14.98%, sobre resistencia patrón promedio 287.0 kg/cm².

Tabla 10

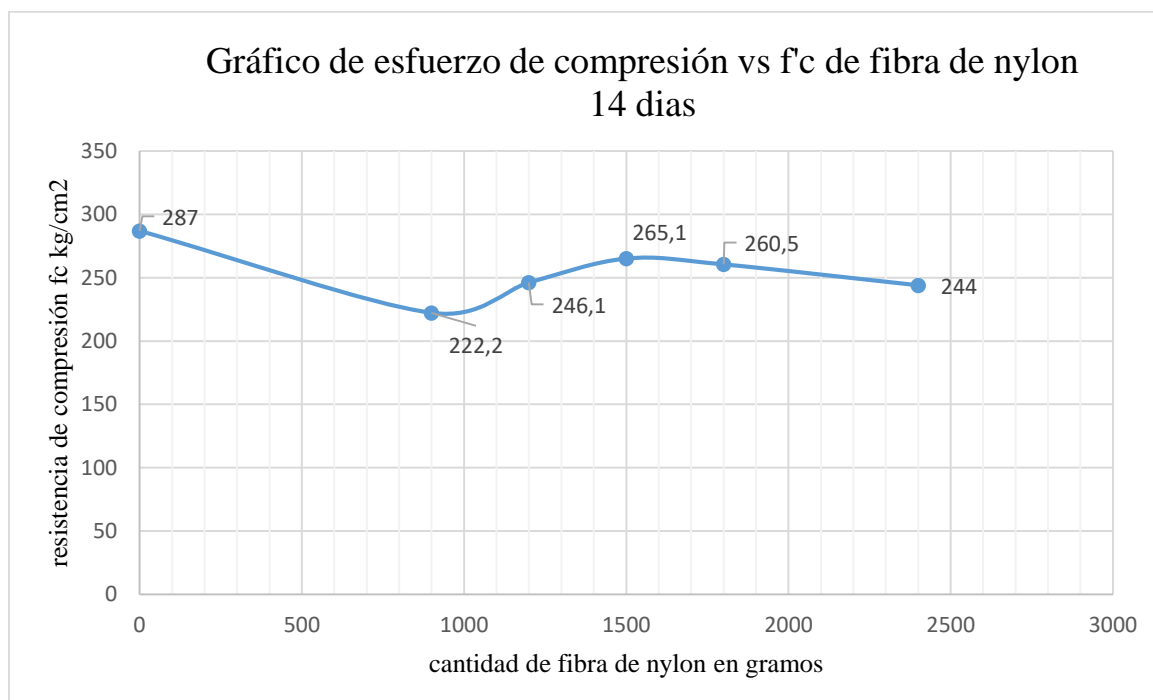
Resultados Promedio Día 14 de Resistencia a Compresión

Dosis de fibra (gr/m ³)	f'c en 14 días	% Incremento de resistencia
0	287.0	0
900	222.2	-22.58%
1200	246.1	-14.25%
1500	265.1	-7.63%
1800	260.5	-9.23%
2400	244.0	-14.98%

Nota. tabla muestra decrementos en % de resistencia a compresión a 14 días de prueba, disminuyendo hasta un -9.23% cuando la dosificación de fibra de nylon es de 1800 gr/m³. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 8

Gráfico de Resultados Promedio a 14 Días su Resistencia a Compresión



Nota. El gráfico muestra disminución de resistencia a compresión de 14 días de prueba, disminuyendo hasta 265.10 kg/cm² cuando dosis de fibra de nylon es 1800 kg/m³. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Mezcla de 210 kg/cm², las 24 probetas ensayadas a los 28 días, que al adicionar fibra de nylon 120D/2 en cantidades de 900,1200, 1500, 1800, 2400 gr/m³ de concreto se tuvo incremento a resistencia a compresión -11.34, -1.53, 1.95, 11.11, -8.85%, sobre resistencia patrón promedio 313.10 kg/cm².

Tabla 11

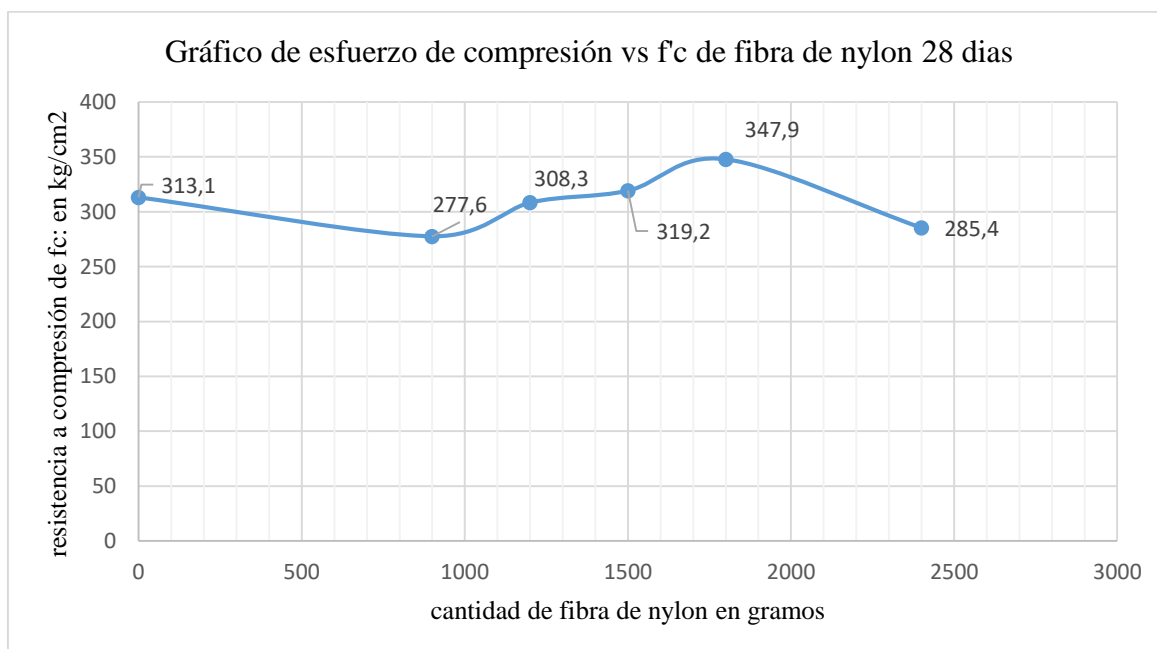
Resultados Promedio Día 28 de Resistencia a Compresión

Dosis de fibra (gr/m ³)	f'c (kg/cm ²) en 28 días	% Incremento resistencia
0	313.10	0
900	277.6	-11.34%
1200	308.30	-1.53%
1500	319.2	1.95%
1800	347.9	11.11%
2400	285.4	-8.85%

Nota. tabla muestra incremento de resistencia a compresión el día 28 de prueba, llegando a incrementar su resistencia hasta en un 12.24% cuando su dosificación es de 1800 kg/m³ respecto al diseño patrón. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 9

Gráfico de Resultados Promedio a 28 Días su Resistencia a Compresión



Nota. El gráfico muestra aumento resistencia a compresión el día 28 de prueba, llegando hasta 347.9 kg/cm² con dosis de fibra de poliéster de 1800 kg/m³. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 12

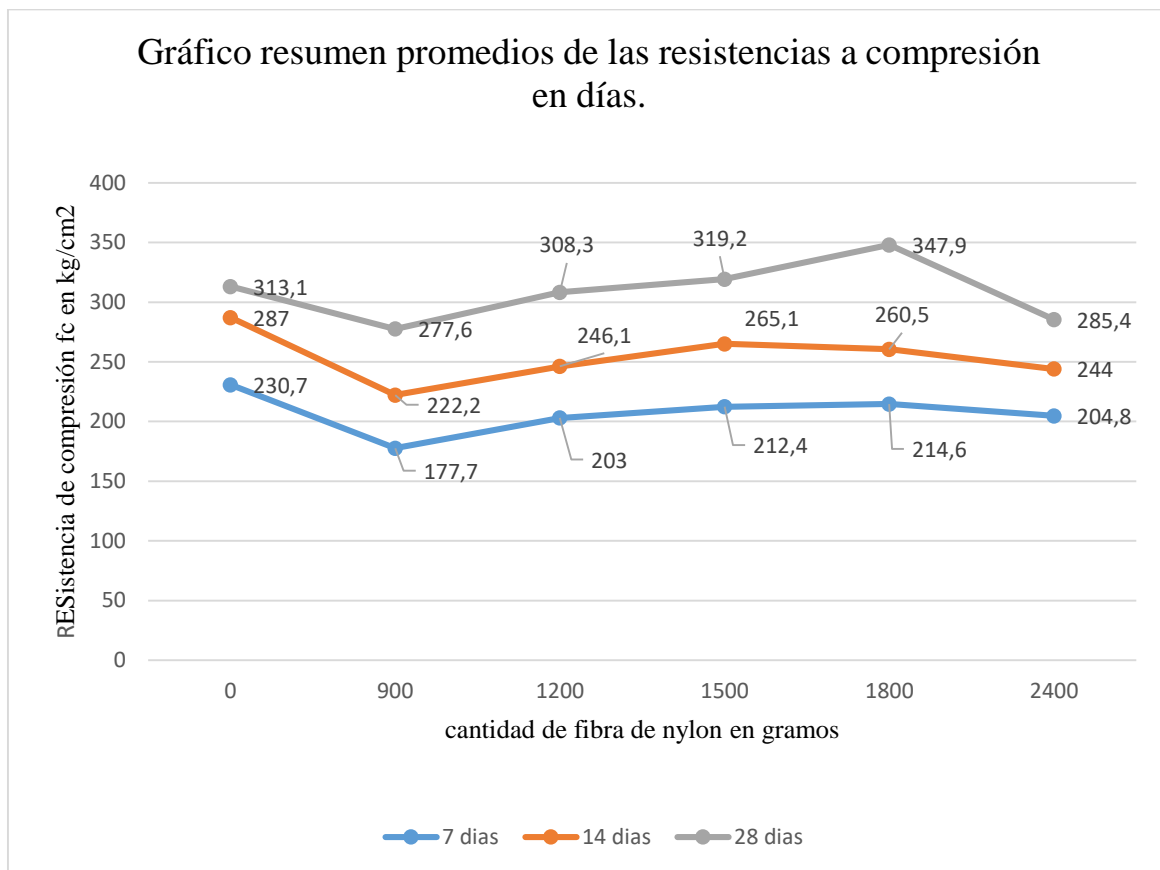
Resumen de Resultados a Compresión al día 7, 14, 28.

Edad/ cantidad fibra (gr)	0	900	1200	1500	1800	2400
7 días	230.7	177.7	203	212.4	214.6	204.8
14 días	287.0	222.2	246.1	265.1	260.5	244.0
28 días	313.1	277.6	308.3	319.2	347.9	285.4

Nota. tabla muestra resumen de resultados promedio de resistencia a compresión incorporando fibra nylon al concreto patrón, demostrando un incremento en resistencia a medida que incorpora fibra, llegando a conclusión que dosificación óptima para este diseño es 1800 kg/m³ de fibra de nylon. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 10

Gráfico Resumen de Resultados a Compresión el Día 7, 14, 28.



Nota. El gráfico nos muestra un resumen de promedios de resistencias a compresión a 7, 14, 28 días de prueba, demostrando que la dosificación óptima a los 7, 14, 28 días es de 1800 gr/m³ de fibra nylon. Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.1.2.2. Resistencia a flexión.

Para especímenes según NTP 339.078 concreto. Método resistencia flexión de concreto en vigas con carga a tercios de tramo.

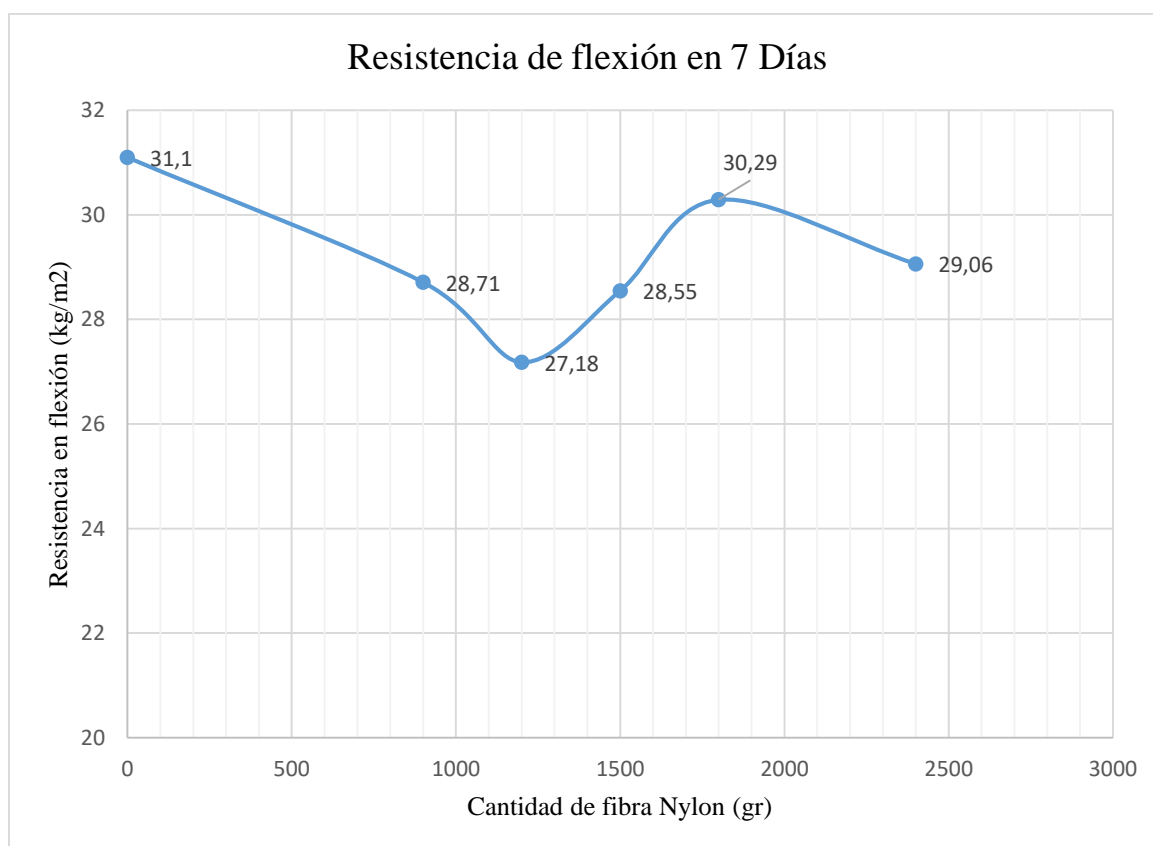
En resultados se vio módulo de rotura a flexión de concreto base es 12.01%, resiste compresión de mezcla 210 kg/cm².

Agregar fibra nylon en concreto disminuye el aproximado de -2.60% de módulo de rotura a flexión el día 7 de rotura, cuando usa cantidad de fibra de nylon 1800 gr/m³ concreto.

Tabla 13*Resultados Promedio de Día 7 Resistencia a Flexión*

Cantidad de fibra	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	incremento %
0	31.1	0
900	28.71	-7.68%
1200	27.18	-12.60%
1500	28.55	-8.20%
1800	30.29	-2.60%
2400	29.06	-6.56%

Nota. tabla muestra % de disminución de resistencia a 7 días de prueba, mostrando una reducción de la resistencia al incorporar fibras hasta una dosis de 1800 kg/m³ de -2.60% Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 11*Gráfico de Resistencia Promedio a Flexión el día 7.*

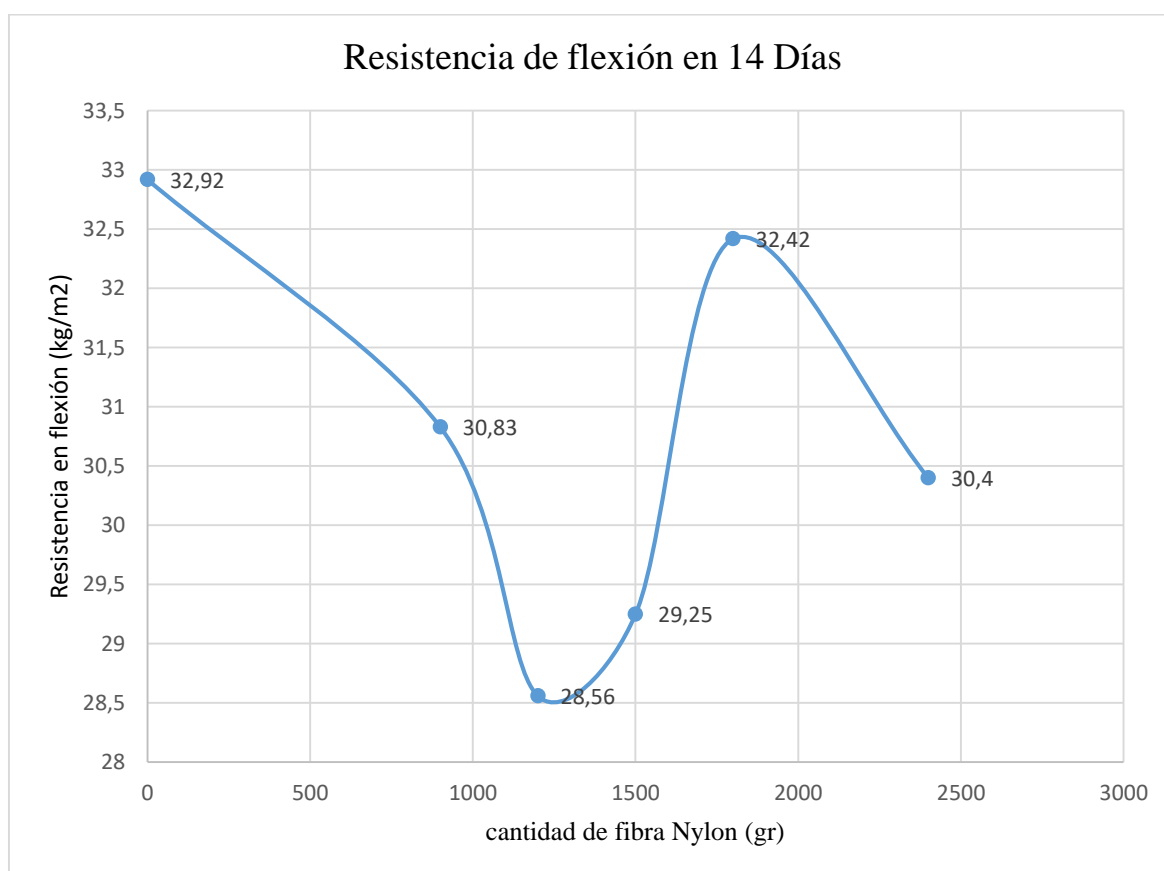
Nota. El gráfico muestra resultados promedio de resistencia a flexión de concreto el día 7 de prueba, mostrando una disminución con la dosificación de fibra de 1800 gr/m³ a 30.29 kg/cm². Fuente: Elaboración propia, 2023.

Agregar fibra de nylon en concreto disminuye -1.52% de módulo de rotura a flexión el día 14 de rotura, al usar cantidad de fibra nylon 1800 gr/m³ de concreto.

Tabla 14*Resultados a 14 Días de Resistencia a Flexión*

Cantidad de fibra	Resistencia flexión (kg/cm ²)	incremento %
0	32.92	0
900	30.83	-6.35%
1200	28.56	-13.24%
1500	29.25	-11.15%
1800	32.42	-1.52%
2400	30.40	-7.65%

Nota. tabla muestra % de disminución de resistencia promedio a flexión, hay un -1.52% de pérdida de resistencia a flexión con dosificación 1800 gr/m³. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 12*Gráfico de Resistencia Promedio a Flexión a 14 Días*

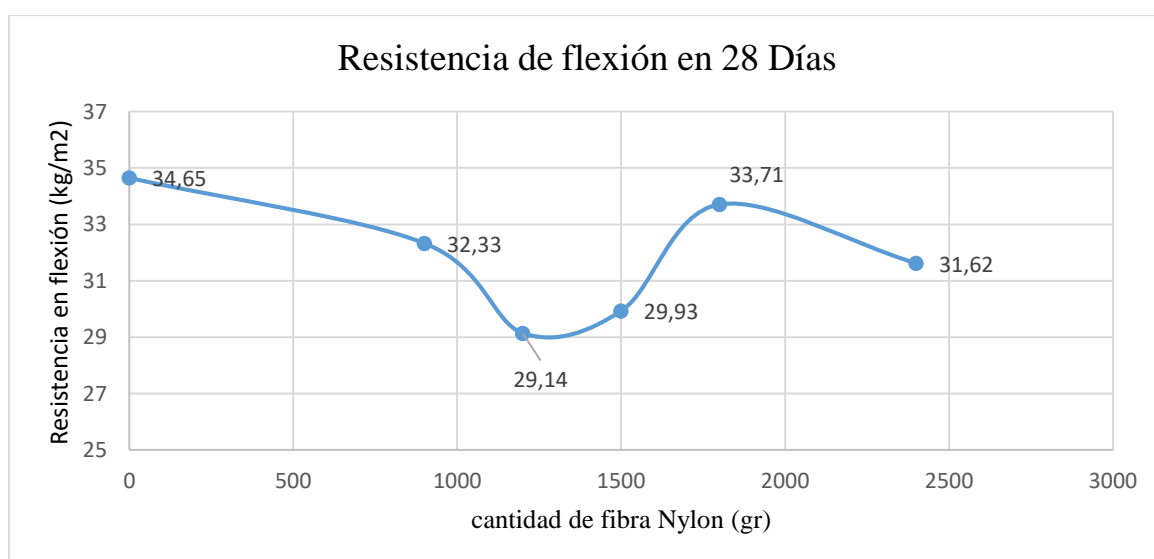
Nota. gráfico muestra pérdida de resistencia a flexión con dosificación de 1800 gr/m³ a 32.42 kg/cm² a los 14 días de prueba. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Agregar fibra de nylon en concreto disminuye -2.71% de módulo de rotura a flexión a el día 28 de rotura, al usar fibra nylon 1800 gr/m³ de concreto.

Tabla 15*Resultados Promedios a 28 Días de Resistencia a Flexión*

Cantidad de fibra	Resistencia flexión (kg/cm ²)	incremento %
0	34.65	0
900	32.33	-6.70%
1200	29.14	-15.90%
1500	29.93	-13.62%
1800	33.71	-2.71%
2400	31.62	-8.74%

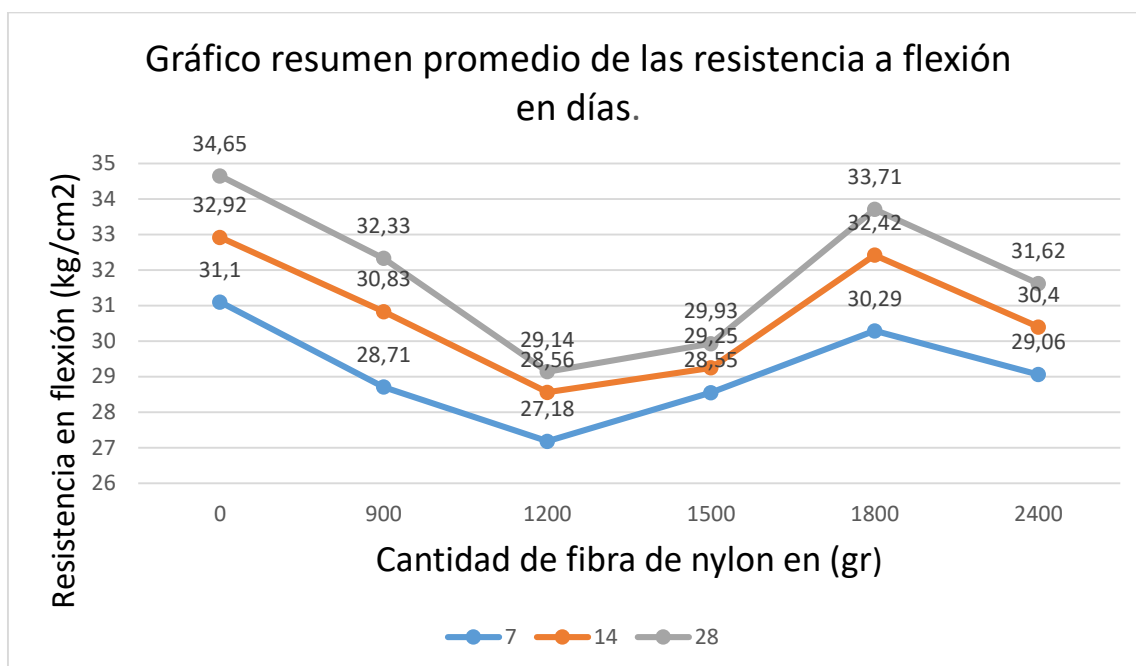
Nota. La tabla muestra % de incremento, en este caso hay perdida de resistencia promedio a flexión en todas las dosificaciones a 28 días de prueba. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 13*Gráfico de Resistencia Promedio a Flexión el Día 28*

Nota. El gráfico muestra que a medida se incorpora fibra nylon pierde resistencia a flexión, a 28 días de prueba, inclusive con dosificación de 1800 gr/m³ llegando a resistencia de 33.71 kg/cm² frente a 34.65 kg/cm² del diseño patrón. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 14

Gráfico Resumen de Resumen a Flexión el Día 7, 14, 28.



Nota. El gráfico nos muestra un resumen de promedios de resistencias a flexión a 7, 14, 28 días de prueba, demostrando que la dosificación óptima a los 7, 14, 28 días es de 1800 gr/m³ de fibra nylon. Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1 Discusión de resultados en propiedades plásticas de concreto

4.2.1.1. Consistencia.

Ensayo de consistencia se hizo según NTP 339.035 concreto y ASTM C143.

Método medición de asentamiento con cono Abrams.

Sobre resultados se tuvieron de asentamiento, se reduce cuando se agrega fibra nylon en concreto y continúa reduciéndose cuando aumenta cantidad de fibra, por lo que se utilizó superplastificante para las adiciones de fibra de nylon, para la cantidad de 1800 gr/m³ el asentamiento se redujo a 3 ³/₄”.

González, G. (2017), determino que las fibras nylon con hilo macramé de 3cm y 5cm que se añadido al concreto disminuye el asentamiento, siendo la dosificación de 0.25% está dentro de los rangos aceptables de consistencia de 3" a 4", pero para dosificaciones mayores a 1% no están en los rangos aceptables mostrando un concreto más rígido y compacto.

El investigador González, llego a diferentes resultados porque su longitud de fibra es diferente en medida y características, su diseño de agregados y dosificación es diferente al planteado en este estudio.

Mestanza, J. (2016), analizo que dosis optima de fibra polipropileno con 0.2% en diseño f'c 240 kg/cm², redujo la consistencia a 6 cm o 2.36".

El investigador Mestanza, obtuvo que la consistencia se reduce al incrementar dosis de fibra de polipropileno, demostrando una variación en consistencia y variando a resultados de este estudio por diferentes las cantidades de las dosificaciones y su diseño patrón.

Palomino, J.H. (2017), analizo en su estudio el uso de concreto autocompactante con superplastificante frente a uno convencional, vario consistencia del concreto patrón con uno de su diseño tipo 2 con una adición de 1.125% de aditivo que mejoraba la plasticidad y trabajabilidad de concreto.

4.2.1.2. Contenido de aire.

Según NTP 339.080. concreto y ASTM C33. Método para aire en mezclas frescas. Ensayo hidráulico.

Sobre resultados, se tiene que aumentar al agregar fibra de nylon en concreto pero el incremento es mínimo, para la cantidad de 1800 gr/m³ el contenido de aire se aumentó a 4.5%.

4.2.1.3. Temperatura.

Temperatura según NTP 339.184. concreto. Método para establecer temperatura en mezclas.

Agregar fibra de nylon en cantidades 900, 1200, 1500, 1800, 2400 gr/m³ de concreto, no altera temperatura de concreto, teniendo temperaturas desde 22.4°C hasta 25.9 °C.

4.2.1.4. Peso unitario.

Según NTP 339.046. concreto. Y ASTM C130. Método para establecer densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) de concreto.

Agregar fibra nylon en cantidades 900, 1200, 1500, 1800, 2400 gr/m³ de concreto no altera peso unitario, está dentro de los parámetros que varían de 2313.34 a 2331.17 kg/m³.

4.2.1.5. Potencial de fisuración.

Según ASTM C 227, evaluación de afinidad química entre álcali y sílice de cemento y agregados.

Ensayos hechos en túnel de viento para el diseño óptimo de 1800 gr/m³ de concreto mostraron que logra disminuir la fisuración por hasta un 278.8 % aproximadamente.

Montoya, K. (2016), analizo que agregar fibra de polipropileno de 2.50 a 3.00 cm de largo reduce los agrietamientos por temperatura notando una reducción de grietas en superficie.

El investigador Montoya, analizo que agregar fibra de polipropileno 2 kg/m³ de concreto disminuye las grietas en la superficie por agrietamientos por temperatura, llegando a la misma conclusión de presente estudio de que fibras de nylon también reducen la fisuración.

Milind, V. (2015), concluyo que fibras de polipropileno de 6.20 mm reducen la contracción temprana incluso utilizando fracciones de bajo volumen de fibra.

González, G. (2017), analizo en su investigación de las adiciones de ceniza volante y un aditivo compensador Eurocomp100 y su diseño del concreto variaban de 30.31 Mpa hasta 62.75 Mpa, permiten tolerar mejor el agrietamiento en periodos mayores de tiempo.

El investigador González, llego a la misma conclusión de que la fibra de nylon reduce la fisuración al incorporar ceniza volante y aditivo compensador, pero variación de su dosificación es diferente por el tipo de material incorporado comparado con la presente investigación.

Rincón, S.L & Villafuerte, L.E. (2018), analizo en su investigación de concretos de ultra alto desempeño y un concreto simple sometido a diferentes exposiciones de calor que variaban de 11.4°C y 24.3°C, que demostraba que a

mayor temperatura aumentaba la retracción por secado y que aparece un gradiente de humedad a través del material, al igual que evaluó en losas de 4, 7 y 15 cm, demostró que la losa de ultra alto desempeño solo necesitaba 4 cm y la losa con concreto normal necesitaba 15 cm para deformarse de igual manera.

Los investigadores Rincón, S.L. & Villafuerte, L.E., llegaron a la misma conclusión, el concreto de ultra alto desempeño se comporta de mejor manera, resistiendo mejor la fisuración, pero la variación de su dosificación es diferente por el tipo de uso que se emplea comparado con la presente investigación.

Zapana, L. K., y Tagle, A. F., (2017), analizaron la influencia de fibras de polipropileno con su diseño patrón del concreto que fue 396.06 kg/cm^2 , con dosis 4% de aire + 0.75 kg/m^3 de fibras de polipropileno redujo la fisura de diseño patrón de 139 mm de longitud a 71.50 mm, reduciendo la fisuración en un 51.44%.

Los investigadores Zapana y Tagle, llegaron a las mismas conclusiones de este estudio en cuanto que las fibras reducen la fisuración, pero varían los resultados a la presente investigación por la diferencia del diseño patrón, la incorporación de aire a su mezcla y la cantidad de fibra incorporada.

Cacoango, G.S. & Millingalli, M.S. (2019), analizaron la eficiencia de control de fisuras por contracción plástica con el uso de fibra de acero 4D, su evaluación para la fisuración lo hizo durante 6 horas, para ver la fisuración por contracción plástica, evaluó con diversas relaciones de agua cemento de 0.60, 0.40, 0.35 y variaciones de acero de 15 kg/m^3 , 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 , concluyendo que el concreto sin fibra tiene un incremento de 0.96 a 1.22 mm, cuando la relación de agua cemento es más baja, y este llega a fisurarse más rápido que uno con incorporación de fibra de acero, reduciendo un 64% las fisuras.

Los investigadores Cacoango, G.S & Millingalli, M.S, llegaron a conclusiones parecidas a la presente investigación, demostrando que al incorporar fibras reduce la fisuración en estado plástico a rangos muchos menores.

4.2.2. Discusión de resultados en propiedades mecánicas de concreto

4.2.2.1. Resistencia a compresión.

Según NTP 339.034 y ASTM C39. Método esfuerzo a compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Agregar fibra de nylon en concreto aumenta ligeramente resistencia a compresión 11.11% al aplicar cantidad de 1800 gr/m³ de concreto.

Montoya, J.L. (2016), analizo que adición de fibra nylon comparado con concreto común, concluyendo que concreto adicionando con fibra de nylon de ¾” en 0.50%, presento aumento en resistencia a compresión de 29% con relación a concreto convencional.

El investigador Montoya, llego a resultados parecidos al presente estudio cuando el diseño de concreto incorporando fibras en 0.50% y su longitud de fibra nylon ¾” mostrando aumento en resistencia a compresión, resultados variaron por su dosificación y diferente granulometría de sus agregados.

Amaya, S. & Ramírez, M. (2019), analizaron que la adición de fibras de poliéster (PET) de longitud e 5cm, con una dosificación de 0.31 kg/m³ de fibra PET del diseño de 256.91 kg/cm² disminuye 228.49 kg/cm².

Los investigadores Amaya y Ramírez, varían a los resultados obtenidos porque su dosificación es menor al planteado en el estudio que es 1800 gr/m³ de concreto.

Mestanza, J. (2016), analizo que dosis optima de fibra polipropileno 0.2% de volumen de concreto, presento resistencia de concreto curado hasta los 28 días de prueba en condiciones altas incremento resistencia a 391 kg/cm², y redujo resistencia en condiciones salinas a 247.36 kg/cm², en condiciones frías disminuyo a 289.39 kg/cm² frente al diseño patrón de 339.95 kg/cm².

El investigador Mestanza, demostró que en condiciones normales y curando en ambientes cálidos o de temperaturas altas aumento de resistencia a compresión en 15.02%, llegando a conclusiones parecidas a la presente investigación.

González, G. (2017), analizo en su investigación de las retracciones de concretos cuando agrega ceniza volante y aditivo compensador, aumento su resistencia con la dosificación de ceniza volante y aditivo Eurocomp100 con relación agua cemento 0.50 aumentando 207.02% de resistencia a compresión.

Investigador González, obtuvo resultados más altos a la presente investigación porque su diseño patrón de su concreto es más alto, y el diseño de su mezcla es diferente y utiliza diferentes materiales y diferentes aditivos, pero llegando a la misma conclusión que cuando adiciona ceniza volante y aditivo incrementa resistencia a compresión en un cierto porcentaje.

Zapana, L. K., y Tagle, A. F., (2017), analizo la influencia de fibras de polipropileno con su diseño patrón del concreto fue 396.06 kg/cm², con dosis 4%

aire + 0.75 kg/m^3 de fibras polipropileno redujo resistencia a compresión axial a 369.89 kg/cm^2 , reduciendo en un 7.59% la resistencia a los 28 días de prueba.

Los investigadores Zapana y Tagle, varían a resultados al presente estudio por diferencia de diseño patrón, incorporación de aire a su mezcla y cantidad de fibra utilizada.

Sandoval, F.E. (2022), analizo la influencia de fibra de acero con su diseño patrón del concreto fue de 240.03 kg/cm^2 , con dosis de 44.88 kg/m^3 aumento resistencia a compresión a 275.44 kg/cm^2 , aumentando en un 14.76% la resistencia a los 28 días de prueba.

El investigador Sandoval, varía a los resultados a al presente estudio por la diferencia en la cantidad de fibra utilizada y tipo de la fibra, variando en un porcentaje pequeño de resistencia.

Quispe, J.W & Huamán, I.A. (2017), analizo la influencia de la fibra de nylon n°18 con su diseño patrón del concreto de 273.16 kg/cm^2 , con una dosificación de 0.25% aumenta a 275.92 kg/cm^2 resistencia a compresión aumentando 1.01% resistencia.

Los investigadores Quispe y Huamán llegaron a resultados diferentes en el estudio por que utilizaron diferente dosificación y su fibra es diferente, al igual que su longitud.

Tapia, A. & Huallpacuna, J.L, analizo la comparación de un concreto normal y uno con hilo macramé y fibras polipropileno, sus resultados para mortero fc: 175 kg/cm^2 adicionando 0.50% hilo macramé en relación a peso de cemento disminuye resistencia a compresión 11.18%, el mortero con fibras polipropileno

aumenta resistencia a compresión con porcentajes 0.25% aumenta 4.14%, 0.50% aumenta 15.40% y 1% disminuye 17.13% a la edad de 28días.

Los investigadores Tapia y Huallpacuna, llegaron a demostrar que adición de fibra macramé no aumenta resistencia, pero fibra de polipropileno incrementa resistencia en 15.40%, demostrando a resultados parecidos a la presente investigación.

4.2.2.2. Resistencia a flexión.

Según NTP 339.079 concreto. Método de resistencia a flexión de concreto en vigas con cargas a tercios del tramo.

Agregar fibra de nylon en concreto reduce -2.71% resistencia a flexión al usar fibra de 1800 gr/m³ de concreto. Estadísticamente el aporte no es significativo.

Montoya, K. (2016), analizo que agregar fibra de polipropileno en cantidad de 2 kg/m³ aumento un 5.56% con resistencia de 47.72 kg/cm² de diseño patrón de 45.07 kg/cm².

Investigador Montoya, analizo que resistencia a flexión aumenta para diseño de 2 kg/m³ de fibra de polipropileno, este aumento es mínimo y es diferente a la presente investigación que resulto negativo porque la dosificación máxima usada fue de 1.8 kg/m³.

Sandoval, F.E. (2022), analizo que agregar fibra de acero con dosificación optima de 4% de 89.60kg/m³ de fibra genera aumento en resistencia a flexión de diseño base de 52.79kg/cm² a 63.01kg/cm² aumentando un 19.35%.

El investigador Sandoval, demostró que para la resistencia de flexión aumenta en un 19.35%, mostrando que la adición de fibra puede aumentar o disminuir la resistencia a flexión para algunos diseños patrones, además que utilizo diferente fibra.

Amaya, S. & Ramírez, M. (2019), analizaron que la adición de fibras de poliéster (PET) de longitud e 5cm, con dosificación de 0.31 kg/m³ de fibra PET del diseño de 41.31 kg/cm² aumenta a 52.96 kg/cm².

Los investigadores Amaya y Ramírez, varían a los resultados obtenidos porque su dosificación es menor al planteado en estudio que es 18

00 gr/m³ de concreto y la longitud de sus fibras de mayor tamaño de 5cm en comparación a los 1.20 cm de esta investigación, mostrando un mejor aporte con esa longitud de 5cm en estos ensayos de flexión.

Tapia, A & Huallpacuna, J.L. (2016), analizo influencia de fibra de polipropileno y de hilo macramé con su diseño patrón a flexión del concreto reduce la flexión en todas sus dosificaciones tanto para el diseño patrón de 175 y 125kg/cm²

El investigador Tapia y Huallpacuna, da resultados los resultados parecidos a la presente investigación por la diferencia en la cantidad de fibra utilizada de 0.25%, 0.50% y 1% y la longitud de la fibra, la granulometría de sus agregados demostrando que no aporta flexión estas fibras tanto de polipropileno y hilo macramé, y el nylon.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Prueba de hipótesis de las propiedades plásticas

4.3.1.1. Prueba de hipótesis de consistencia.

Hipótesis nula H_0 : $\mu_d \leq 0$. No significativo agregar fibra de nylon en consistencia de concreto.

Hipótesis alterna H_a : $\mu_d > 0$. Si significativo agregar fibra de nylon en consistencia de concreto.

Tabla 16

Contraste de Hipótesis de Consistencia en Cantidad Óptima de Fibra de Nylon

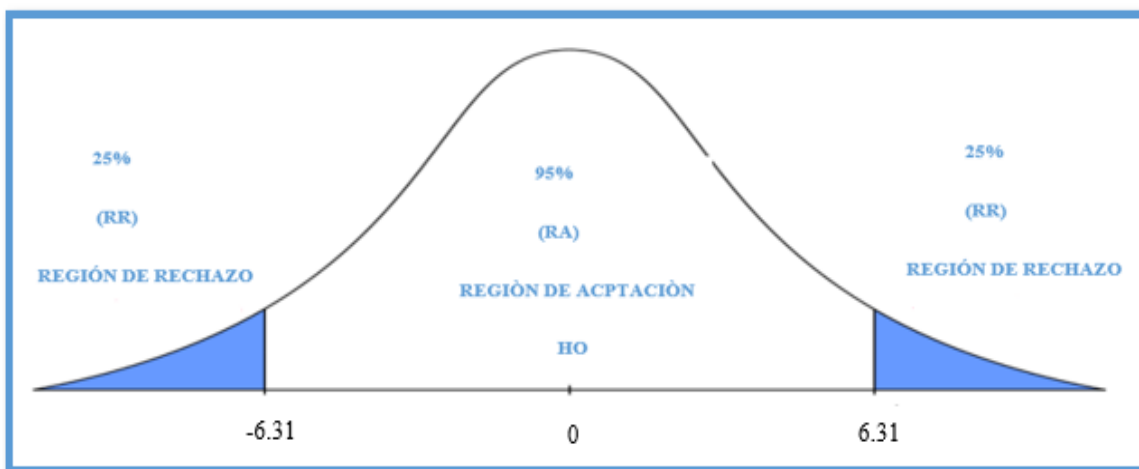
Edad	Nº Ensayo	Consistencia con 0 gr. de fibra nylon (antes)	Consistencia con 1800 gr. de fibra de nylon (después)	D (diferencia)
0 días	1	4.75	3.75	1
0 días	2	4.75	3.75	1
Parámetros estadísticos				
	Media	4.00	3.75	1
	Nivel de significancia	0.05	0.05	
	Desviación estándar		0.00	
	t		indeterminado	
	$t(\alpha)$, (n-1)		-6.31	
	$t < t(\alpha)(n-1)$		Falso	
	Conclusión		Se acepta H_0	

Nota. La tabla muestra que no es significativo la consistencia del diseño patrón con el óptimo.
Fuente: Elaboración propia, 2023.

A 95% de confianza es no significativo aporte de agregar fibra de nylon en consistencia de concreto.

Figura 15

Diagrama de los estadísticos de consistencia de concreto diseño patrón con la adición óptima.



Nota. El gráfico muestra el t tabular según la tabla de distribución de t de Student para un nivel de significado 0.05 con 02 grados de libertad ± 6.31 .

4.3.1.1. Prueba de hipótesis de contenido de aire.

Hipótesis nula H_0 : $\mu_d \leq 0$. No significativo agregar fibra de nylon en contenido de aire de concreto.

Hipótesis alterna H_a : $\mu_d > 0$. Si significativo agregar fibra de nylon en nivel de aire de concreto.

Tabla 17

Contraste de hipótesis de nivel de aire en cantidad óptima de fibra nylon

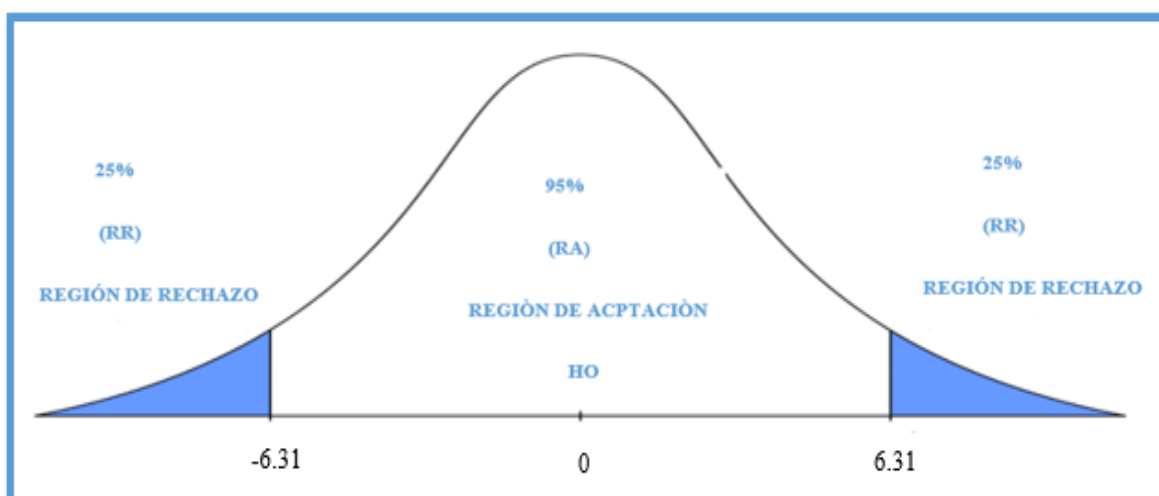
Edad	Nº Ensayo	Nivel de aire con 0 gr. de fibra nylon (antes)	Contenido de aire con 1800 gr. de fibra de nylon (después)	D (Diferencia)
0 días	1	1.70	2.00	-0.30
0 días	2	1.70	2.00	-0.30
parámetros estadísticos				
	Media	1.70	2.00	-0.30
	Nivel de significancia	0.05	0.05	
	Desviación estándar		0.00	
	t		indeterminado	
	$t(\alpha), (n-1)$		-6.31	
	$t < t(\alpha)(n-1)$		Falso	
	Conclusión		Se acepta H_0	

Nota. tabla muestra que no es significativo nivel de aire de diseño patrón con la dosificación óptima. Fuente: Elaboración propia, 2023.

A 95% de confianza es no significativo aporte de agregar fibra de nylon en contenido de aire de concreto.

Figura 16

Diagrama de los estadísticos nivel de aire de concreto diseño patrón con la adición óptima.



Nota. El gráfico muestra el t tabular según la tabla de distribución de t de Student para un nivel de significado 0.05 con 02 grados de libertad ± 6.31 .

4.3.1.3. Prueba de hipótesis de temperatura.

Hipótesis nula H_0 : $\mu_d \leq 0$. No significativo agregar fibra de nylon en temperatura de concreto.

Hipótesis alterna H_a : $\mu_d > 0$. Si significativo agregar fibra de nylon en temperatura de concreto.

Tabla 18

Contraste de hipótesis de temperatura en cantidad óptima de fibra de nylon

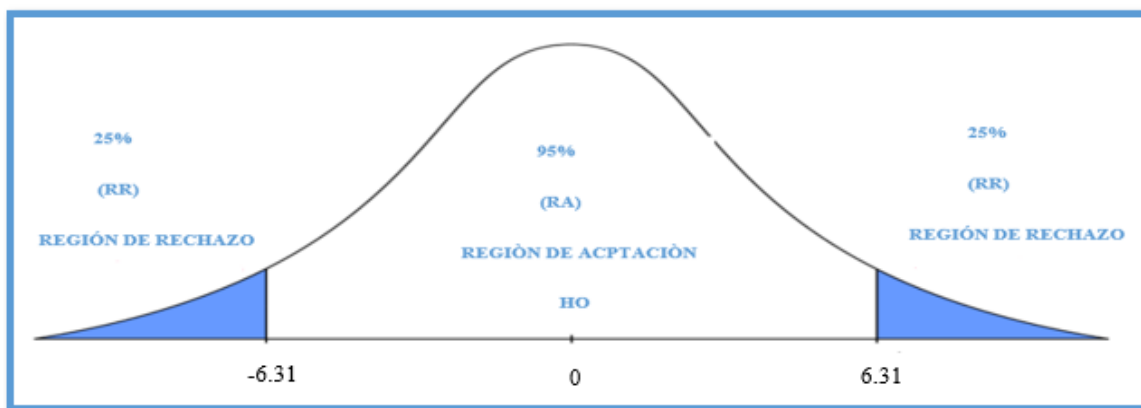
Edad	Nº Ensayo	Temperatura con 0 gr. de fibra nylon (antes)	Temperatura con 1800 gr. de fibra de nylon (después)	D (Diferencia)
0 días	1	25.90	22.50	3.40
0 días	2	25.90	22.50	3.40
parámetros estadísticos				
	Media	25.90	22.50	3.40
	Nivel de significancia	0.05	0.05	
	Desviación estándar		0.00	
	t		indeterminado	
	$t(\alpha)$, (n-1)		-6.31	
	$t < t(\alpha)(n-1)$		Falso	
	Conclusión		Se acepta H_0	

Nota. La tabla muestra que no es significativo la temperatura del diseño patrón del óptimo. Fuente: Elaboración propia, 2023.

A 95% de confianza es no significativo aporte de agregar fibra de nylon en temperatura de concreto.

Figura 17

Diagrama de los estadísticos de temperatura de concreto diseño patrón con la adición óptima.



Nota. El gráfico muestra el t tabular según la tabla de distribución de t de Student para un nivel de significado 0.05 con 02 grados de libertad ± 6.31 .

4.3.1.4. Prueba de hipótesis de peso unitario.

Hipótesis nula $H_0: \mu_d \leq 0$. No significativo agregar fibra nylon en peso unitario de concreto.

Hipótesis alterna $H_a: \mu_d > 0$. Si significativo agregar fibra nylon en peso unitario de concreto.

Tabla 19

Contraste de hipótesis de peso unitario en cantidad óptima de fibra de nylon

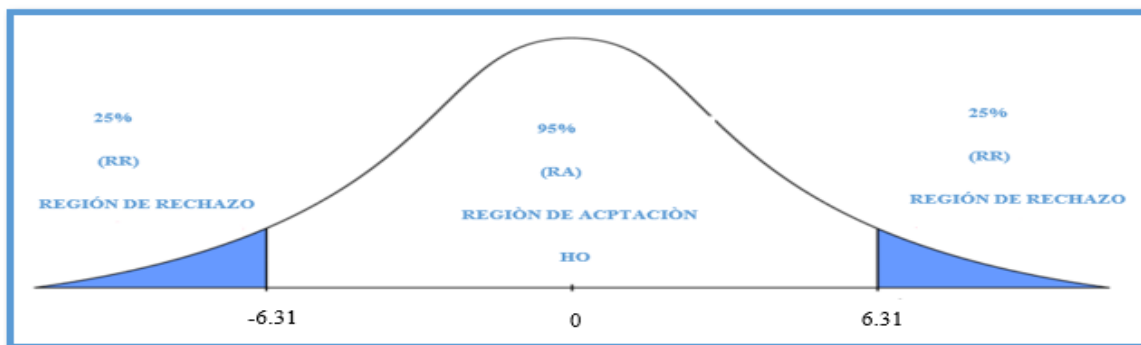
Edad	N° Ensayo	Peso unitario con 0 gr. de fibra nylon (antes)	Peso unitario con 1800 gr. de fibra de nylon (después)	D (Diferencia)
0 días	1	2330.00	2314.00	16.00
0 días	2	2332.00	2315.00	17.00
parámetros estadísticos				
Media		2331.00	2314.50	16.50
Nivel de significancia		0.05	0.05	
Desviación estándar			0.71	
t			33	
$t(\alpha), (n-1)$			-6.31	
$t < t(\alpha)(n-1)$			Falso	
Conclusión			Se acepta H_0	

Nota. La tabla muestra que no es significativo el peso unitario del diseño patrón con el óptimo. Fuente: Elaboración propia, 2023.

A 95% de confianza es no significativo aporte de agregar fibra de nylon en peso unitario de concreto.

Figura 18

Diagrama de los estadísticos de peso unitario de concreto diseño patrón con la adición óptima.



Nota. El gráfico muestra el t tabular según la tabla de distribución de t de Student para un nivel de significado 0.05 con 02 grados de libertad ± 6.31 .

4.3.1.6. Prueba de hipótesis de potencial de fisuración.

Hipótesis nula $H_0: \mu_d \leq 0$. No significativo agregar fibra de nylon en potencial de fisuración de concreto.

Hipótesis alterna $H_a: \mu_d > 0$. Si significativo agregar fibra de nylon en potencial de fisuración de concreto.

Tabla 20

Contraste de hipótesis del potencial de fisuración en cantidad óptima de fibra de nylon

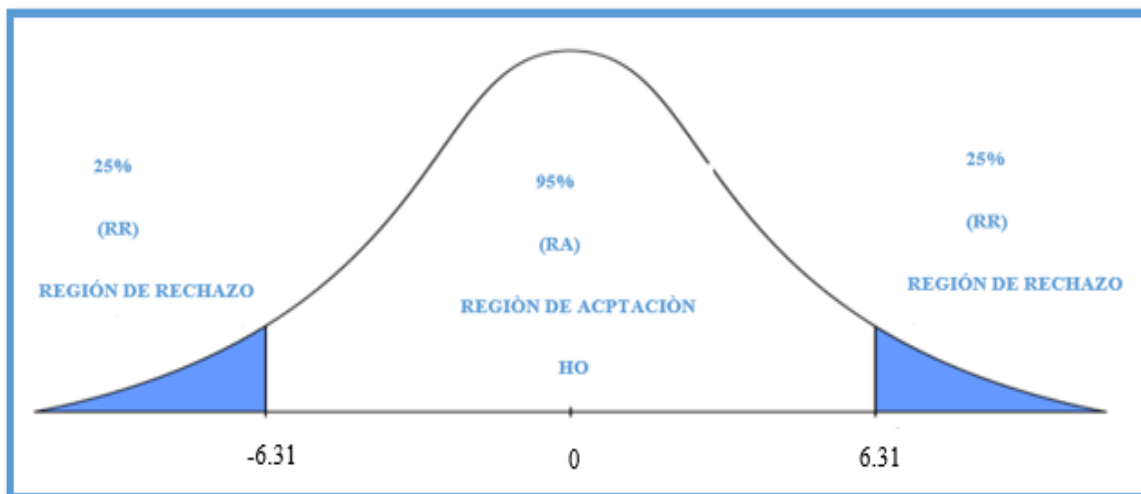
Edad	N° Ensayo	Potencial de fisuración con 0 gr. de fibra nylon (antes)	Potencial de fisuración con 1800 gr. de fibra de nylon (después)	de D (Diferencia)
0 días	1	307.00	0.00	307.00
0 días	2	250.00	0.00	250.60
parámetros estadísticos				
Media		278.80	0.00	278.80
Nivel de significancia		0.05	0.05	
Desviación estándar			0.71	
t			9.89	
$t(1-\alpha), (n-1)$			6.31	
$t > t(\alpha)(n-1)$			Verdadero	
Conclusión			Se acepta H_a	

Nota. tabla muestra que, si es significativo potencial de fisuración de diseño óptimo de fibra con el diseño patrón, en reducir el fisuramiento. Fuente: Elaboración propia, 2023.

A 95% de confianza es significativo aporte de adición de agregar nylon en potencial de fisuración de concreto.

Figura 19

Diagrama de los estadísticos potencial de fisuración de concreto diseño patrón con la adición óptima



Nota. El gráfico muestra el t tabular según la tabla de distribución de t de Student para un nivel de significado 0.05 con 02 grados de libertad ± 6.31 .

4.3.2. Prueba de hipótesis de las propiedades mecánicas

4.3.2.1. Prueba de hipótesis de resistencia a compresión.

Hipótesis nula $H_0: \mu_d \leq 0$. No significativo agregar fibra nylon en resistencia a compresión.

Hipótesis alterna $H_a: \mu_d > 0$. Si significativo agregar fibra nylon en resistencia a compresión.

Tabla 21

Contraste hipótesis de resistencia a compresión en cantidad óptima de fibra nylon

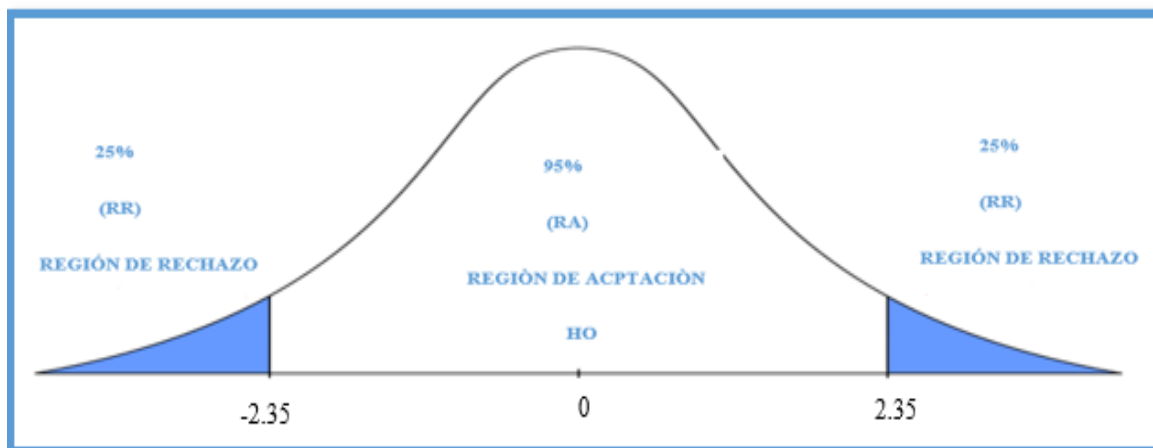
Edad	N° Ensayo	Resistencia a compresión con 0 gr. de fibra nylon (antes)	Resistencia a compresión con 1800 gr. de fibra nylon (después)	a	D (Diferencia)
28 días	1	315.90	351.50		-35.60
28 días	2	311.80	344.20		-32.40
28 días	3	311.50	347.70		-36.20
28 días	4	313.10	348.20		-35.10
parámetros estadísticos					
Media		313.08	347.90		-34.83
Nivel de significancia		0.05	0.05		
Desviación estándar			1.68		
t			-41.51		
t(α), (n-1)			-2.35		
t < t(α)(n-1)			Verdadero		
Conclusión			Se acepta Ha		

Nota. La tabla muestra que si es significativo resistencia a compresión de diseño óptimo de fibra en comparación con diseño patrón. Fuente: Elaboración propia, 2023.

A 95% de confianza es significativo aporte de adición de agregar nylon en resistencia a compresión de concreto.

Figura 20

Diagrama de los estadísticos resistencia a compresión del concreto diseño patrón con la adición óptima



Nota. El gráfico muestra el t tabular según la tabla de distribución de t de Student para un nivel de significado 0.05 con 04 grados de libertad ± 2.35 .

4.3.2.2. Prueba de hipótesis de resistencia a flexión.

Hipótesis nula $H_0: \mu_d \leq 0$. No significativo agregar fibra nylon en resistencia a flexión.

Hipótesis alterna $H_a: \mu_d > 0$. Si significativo agregar fibra nylon en resistencia a flexión.

Tabla 22

Contraste hipótesis de resistencia a flexión en la cantidad óptima de fibra nylon

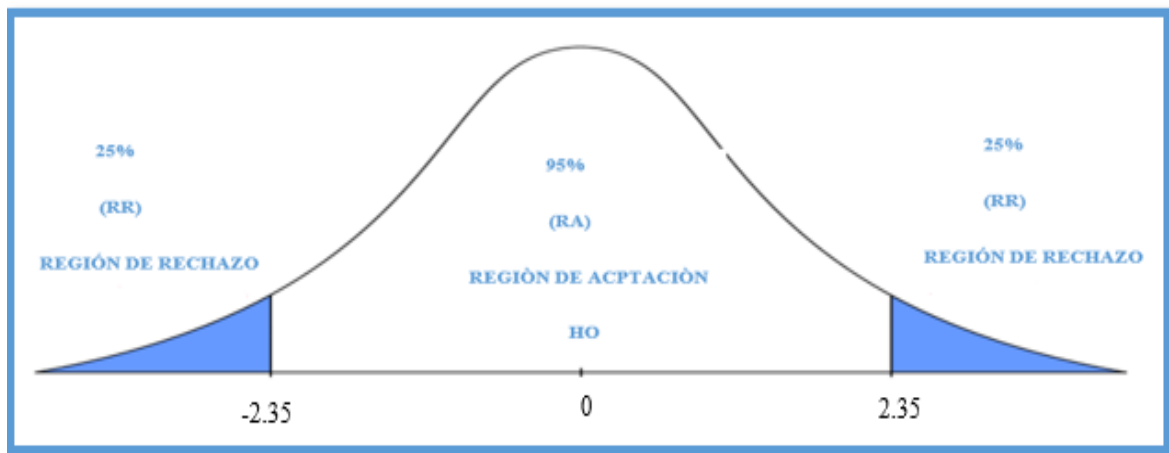
Edad	Nº	Resistencia a flexión con 0 gr. de fibra nylon (antes)	Resistencia a flexión con 1800 gr. de fibra de nylon (después)	D (Diferencia)
28 días	1	37.64	34.05	3.59
28 días	2	34.26	33.70	0.56
28 días	3	34.22	33.88	0.34
28 días	4	32.49	33.88	-1.39
parámetros estadísticos				
Media		34.65	33.88	0.77
Nivel de significancia		0.05	0.05	
Desviación estándar			2.07	
t			0.75	
t(α), (n-1)			-2.35	
t < t(α)(n-1)			Falso	
Conclusión			Se acepta H_0	

Nota. La tabla muestra que no es significativo el aporte de fibra al diseño patrón. Fuente: Elaboración propia, 2022.

A 95% de confianza no es significativo aporte de agregar fibra nylon en resistencia a flexión de concreto.

Figura 21

Diagrama de los estadísticos resistencia a flexión de concreto diseño patrón con la adición óptima



Nota. El gráfico muestra el t tabular según la tabla de distribución de t de Student para un nivel de significado 0.05 con 04 grados de libertad ± 2.35 .

CONCLUSIONES

Conclusión para el objetivo general.

De los resultados que se llegaron obtener en el laboratorio, con la adición óptima 1800 gr/m^3 de fibra de nylon D/2, en las propiedades plásticas del concreto, se llegó a reducir el potencial de fisuramiento, la consistencia, porcentaje contenido de aire, temperatura y peso unitario no varía significativamente` manteniéndose dentro de los parámetros, respecto a las propiedades mecánicas del concreto, la resistencia a compresión incrementa significativamente, pero la resistencia a flexión disminuye.

Conclusión para el objetivo específico 1

Con la adición óptima 1800 gr/m^3 fibra de nylon 120D/2 en las propiedades plásticas del concreto concluimos que el asentamiento reduce significativamente $3 \frac{3}{4}$ ", pero se recupera incorporando un plastificante al 1%, mientras que el contenido de aire atrapado incremento 2.20 % a 2.30%, la temperatura disminuye $25.90 \text{ }^\circ\text{C}$ a $22.50 \text{ }^\circ\text{C}$, el peso unitario disminuye 2331.17 kg/m^3 a 2314.54 kg/m^3 , manteniéndose dentro de los parámetros, el potencial de fisuración se redujo en 278.80% frente al concreto sin fibras, dichos ensayo se demostró en el laboratorio.

Conclusión para el objetivo específico 2

Con la adición óptima 1800 gr/m^3 fibra de nylon 120D/2 en las propiedades mecánicas del concreto concluimos, que la resistencia a compresión a los 28 días aumento en 11.11% , con una resistencia de 347.9 kg/cm^2 , la resistencia flexión disminuyo -2.71% a los 28 días con una resistencia 33.71 kg/cm^2 , demostrando que no ser significativo su aporte en resistencia a flexión.

RECOMENDACIONES

- a) **Para el objetivo general**, según los resultados de las pruebas de laboratorio, se recomienda utilizar el concreto con la adición óptima 1800 gr/m^3 de fibra de nylon D/2, para elementos estructural en columnas, pavimento rígido, losas aligeradas, falso pisos y otros similares.
- b) **Para el objetivo específico 1**, a más contenido de fibra de nylon se pierde plasticidad y trabajabilidad, se recomienda utilizar un superplastificante 1% al adicionar fibras de nylon 120 D/2 al concreto, no tiene mucho efecto significativo en el contenido de aire, temperatura y peso unitario se mantiene dentro de los parámetros establecidos de acuerdo a norma , el ensayo de potencial de fisuración redujo 278.80% con una dosificación de 1800 gr/m^3 fibra de nylon 120 D/2, se recomienda utilizar en vaciados de concreto, losas de grandes paños y otros similares.
- c) **Para el objetivo específico 2**, en las propiedades mecánicas la resistencia a compresión aumento 11.11% frente al diseño patrón, se demuestra que aumenta la resistencia a compresión, no podría reemplazar al acero en columnas o acero de temperatura en losas de concreto o similares, la resistencia a flexión se redujo en - 2.71% respecto a diseño base a los 28 días, se demuestra que no aporta en flexión a los elementos estructurales como en vigas.
- d) Recomendación general, se recomienda analizar e investigar en otras propiedades de concreto como pruebas de impacto, abrasión, fatiga, tenacidad entre otros, determinando si las fibras de nylon aportan otros beneficios más al concreto, estas pruebas quedan fuera de alcance del presente estudio.

Referencias bibliográficas

- ACI116. (1990). *"Cement and Concrete Terminology"*. Detroit, Mich.: American Concrete Institute. Archivo digital http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20116R-00%20Cement%20and%20Concrete%20Terminology_MyCivil.ir.pdf
- ACI211.1. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. Reported by ACI Committee 211*. Archivo digital https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf
- ACI544.2R, C. (1989). *"Measurement of Properties of Fiber Reinforced Concrete"*. *Advances in Concrete Technology*. Canadá: CANMET. Archivo digital http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/5442r_89.pdf
- Amaya, S. & Ramírez, M. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Archivo digital. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23923/1/PROYECTO%20ODE%20GRADO%20ENTREGA%20FINAL.pdf>
- Archivo digital. <https://www.macrofibras.org/images/pdf/BASF-CONCRETO-REFORZADO-CON-MACROFIBRAS-UNAM.pdf>
- ASTM C 227, *Ensayo de Potencial de fisuración*. Archivo digital https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/136/11746_136.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ASTMC33. (s.f.). *Standard Specification for Concrete Aggregates*. Archivo digital

<https://es.scribd.com/document/411931660/Standard-Specification-for-Concrete-Aggregates-Norma-ASTM-C33-2018>

Behar Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la Investigación*. Shalom. Archivo digital

<http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf>

Cacoango, G.S. (2019). *Eficiencia del control de fisuramiento por contracción plástica del hormigón mediante el uso de fibra de acero 4D* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/19164/1/T-UCE-0011-ICF-161.pdf>

CFE, C. F. (1994). "*Manual de Tecnología del Concreto*". México: Limusa. Archivo digital

<https://es.scribd.com/document/399141599/CFE-Manual-de-Tecnologia-Del-Concreto-Secc1>

Ferrel, H., y Moreano, E., (2019). *Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca*

-Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurimac,2018 [Tesis de pregrado Universidad Tecnológica de los Andes]. Archivo digital. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/236>

González, G. (2017). *Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Archivo digital.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/61013/TESIS%20GGM%20APROBADA.pdf?sequence=1&isAllowed=yfile:///C:/Users/user/Downloads/T-UCE-0011-ICF-161.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Santa Fe, México: McGraw Hill. Archivo digital. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hughes, B. y. (1976). *Improving the toughness of high strength cement paste with fiber reinforcement*. Archivo digital. <https://zh.booksc.eu/book/15984980/d64a28>

IMCYC. (2007). "El concreto en la obra: Problemas, causas y soluciones". Archivo digital. <https://docplayer.es/69932916-El-concreto-en-la-obra-problemas-causas-y-soluciones-concreton-agosto-2015.html>

Mestanza, J. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos. Altas, bajas temperaturas y ambientes salinos* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24053/1/Tesis%201053%20-%20Mestanza%20Orellana%20J%20C%20A%20ssica%20Beatr%20C%20ADz.pdf>

Montoya, K. (2016). *Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4653/>

NTP 339.035 ó ASTM C 143, Ensayo de Consistencia. Archivo digital.
<https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2020/04/M02b-Ensayos-de-Consistencia-Convencionales.pdf>

NTP 339.046 ó ASTM C 138, Ensayo de Peso Unitario. Archivo digital.
<https://s9eef1914bb0d0924.jimcontent.com/download/version/1290714323/module/4725620566/name/peso-unitario%20met%20gravimetrico%20.pdf>

NTP 339.079, Resistencia a la flexión. Archivo digital.
https://tuxdoc.com/download/ntp-339079-2012pdf_pdf

NTP 339.080 ó ASTM C 33, Ensayo de Porcentaje contenido de aire. Archivo digital.
https://tuxdoc.com/downloadFile/ertyerty_pdf

NTP 339.184 ó ASTM C 1064, Ensayo de Temperatura. Archivo digital.
<https://pdfcookie.com/documents/ntp-339184-2002-metodo-d-ensayo-normalizadopara-determinar-la-temperaturas-d-mezclas-x20gpnr77ql3>

NTP 400.037 ó ASTM C 39, Ensayo de Resistencia a la compresión. Archivo digital.
<https://pdfcoffee.com/resumen-astm-c39pdf-pdf-free.html>

Palomino, J.H. (2017). *Estudio comparativo en la autoconstrucción de Edificaciones de edificaciones utilizando concreto autocompactante con la incorporación de aditivo superplastificante frente al concreto convencional realizados en la ciudad de Abancay* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Archivo digital. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis-Estudio%20comparativo%20en%20la%20autoconstrucci%C3%B3n%20de%20edificaciones.pdf>

Quispe, J. W., y Huamán, I. A., (2017). *Análisis de la consistencia, resistencia a compresión y tracción del concreto adicionando fibras de nylon con agregados de la región Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Andina del

Cusco]. Archivo digital.

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Jhon_Irvin_Tesis_bachiller_2017.pdf

Rincón, S.L & Villafuerte, L.E. (2018). *Efectos de la retracción por secado y cargas térmicas en el comportamiento deformacional de losas de un concreto de ultra alto desempeño (UHPC) empleadas como pavimento rígido* [Tesis de maestría, Pontificie Universidad Javeriana Bogotá]. Archivo digital.

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/40812/Documento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rossi, P.H., & Freeman, H.E. (1993). *Evaluation: A systematic approach*. Newbury

Oark: Sage. Archivo digital.

<https://digitallibrary.tsu.ge/book/2021/may/rideri/Rossi-Evaluation-A-systematic-approach.pdf>

Sampieri, R, & Mendoza, C.P. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. MEXICO: MC. DRAW HILL. Archivo digital.

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_d_e_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf

Sanchez, M & Rosas, J. & Mendoza. V. (2018). *Metodología de la Investigación. un enfoque practico*. Mexico: UNAM. Archivo digital.

<https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/MetodologiadelainvestigacionUnenfoquepractico.pdf>

Sandoval, F.E. (2022). *Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, Lambayeque 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Archivo digital.

[https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9655/Sandova
I%20Siesquen%20Fernando%20Edilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9655/Sandova%20Siesquen%20Fernando%20Edilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Tapia, A. & Huallpacuna, J.L. (2016). *Análisis del desarrollo comparativo de la resistencia a compresión y flexión de un mortero (C:A) $f'c=125\text{kg/cm}^2$ y $f'c=175\text{kg/cm}^2$ elaborado con agregados de Pisac y Cunyac adicionado con hilo macramé y fibras de Polipropileno* [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco]. Archivo digital.

[https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/742/RES
UMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/742/RESUMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Zapana, L. K., y Tagle, A. F., (2017). *Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de polipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Archivo digital. <https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3306>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina del repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes.