

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y
superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia
elaborado en climas fríos, Pasco – 2023**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Luis Miguel HERRERA SAAVEDRA

Bach. Amos Jhoel QUITO HINOSTROZA

Asesor:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

Cerro de Pasco - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y
superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia
elaborado en climas fríos, Pasco – 2023**

Sustentada y aprobada por los miembros del jurado:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO
PRESIDENTE

Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO
MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 156-2023-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

Apellidos y nombres de los tesisistas

Bach. HERRERA SAAVEDRA, Luis Miguel

Bach. QUITO HINOSTROZA, Amos Jhoel

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Apellidos y nombres del Asesor

Dr. REQUIS CARBAJAL, Luis Villar

Indici de Similitud

18 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 31 de octubre del 2023


UNDA- UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villar Requis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A mis padres que siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo en todo momento y me forjaron con valores y virtudes para poder ser quien ahora soy.

A mis hermanos con quienes siempre pude contar tanto en los momentos buenos como difíciles manteniéndonos unidos ante todas las circunstancias.

Luis Miguel HERRERA SAAVEDRA

“Al único y sabio Dios, nuestro salvador, sea la gloria y majestad, imperio y potencia, ahora y por todos los siglos. Amen” SAN JUDAS APÓSTOL 17 (RV 1960).

A Jehová, fortaleza mía, escudo mío, quien me guía siempre por caminos de bien y conforta mi alma en tiempos de dificultad.

A mi Padre, por instruirme en los caminos de Dios, a mi hermano y hermanas ejemplos de perseverancia, esfuerzo y superación, a Ruth mi compañera y bendición de Dios por estar siempre a mi lado.

Amos Jhoel QUITO HINOSTROZA

AGRADECIMIENTO

- A mis amigos, Uver YALICO JARA, Maycol ORTIZ NESTARES y María Victoria MENDOZA ATENCIO, que siempre están alentándome y orientándome a conseguir mis metas. Gracias amigos.
- A mis docentes quienes me brindaron sus conocimientos para poder seguir con la carrera que ahora sustento.

Luis Miguel HERRERA SAAVEDRA

- A mi asesor y mis docentes esforzados de mi alma mater Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por instruirme en conocimiento y perseverancia.
- A mis amigos, y todos aquellos que ante las dificultades de la vida perseveran, con esfuerzo y dedicación, dando siempre las gracias Dios.

Amos Jhoel QUITO HINOSTROZA

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo general analizar las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia con la adición de microfibras sintéticas y superplastificante; para la construcción de elementos estructurales en la región de Pasco, con la intención de estudiar el comportamiento mecánico del concreto de alta resistencia en edificaciones de viviendas. Esta investigación es un procedimiento experimental, de un método científico y un enfoque cuantitativo, ya que tendremos un proceso ordenando y con datos numéricos de las variables estudiadas, realizando ensayos en el laboratorio para encontrar resultados respecto a la resistencia a compresión, tracción indirecta y flexión. Los resultados del ensayo más óptimo de resistencia a compresión es 450.30 kg/cm², continuamente de resistencia a la tracción indirecta alcanzo un resultado de 45.14 kg/cm², por último, la resistencia a la flexión alcanzó una tenacidad máxima de 92 KN, mostrando que estos son los resultados que corresponden a un porcentaje del 1% de sustitución de superplastificante al cemento y 0.75 % de sustitución de microfibras sintéticas al agregado fino. En conclusión, nuestros ensayos realizados demostraron que la microfibra sintética y superplastificante influyen de manera positiva en la resistencia a compresión del concreto, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión.

Palabras clave: Microfibras sintéticas, superplastificante.

ABSTRACT

The general objective of this research is to analyze the mechanical properties of high strength concrete with the addition of synthetic microfibers and superplasticizer; for the construction of structural elements in the region of Pasco, with the intention of studying the mechanical behavior of high strength concrete in residential buildings. This research is an experimental procedure of "pure" experiments category, because there is a cause-effect subordination between the variables studied, performing laboratory tests to find results regarding compressive strength, indirect tensile and flexural strength. The results of the compressive strength test is 420.55 kg/cm², continuously of resistance to indirect traction reached a result of 45.12 kg/cm² and finally the flexural strength reached a maximum tenacity of 41 Kn, showing that these are the most optimal results and that correspond to a percentage of 1% substitution of superplasticizer to the cement and 0.75% substitution of synthetic microfibers to the fine aggregate. In conclusion, our tests showed that synthetic microfiber and superplasticizer have a positive influence on concrete compressive strength, indirect tensile strength and flexural strength.

Keywords: Synthetic microfibers, superplasticizer.

INTRODUCCIÓN

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo. Este necesita adaptarse a los nuevos requerimientos, cada vez más específicos con el mejoramiento de los materiales utilizados en obras de ingeniería, con el objetivo de mejorar sus propiedades, y de este hecho es que nosotros podemos hablar de un concreto de alta resistencia (CAR), un concreto que justamente se ha elaborado para solucionar dichos requerimientos específicos, como obtener un concreto trabajable en estado fresco y de alta resistencia que a su vez sea impermeable en estado endurecido.

Una de las últimas tecnologías para producir concretos de alta resistencia son las microfibras sintéticas, ya que son partículas de gran adherencia al concreto dándole una elevada resistencia y mejorando las propiedades mecánicas del concreto.

Los superplastificante también son conocidos como aditivos reductores de agua de alto rango, los cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igualmente se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua en la mezcla de concreto.

Utilizar microfibras sintéticas y Superplastificante que ayude a obtener un concreto de alta resistencia (CAR), y a su vez sea impermeable, capaz de soportar agentes agresivos externos, que entre mayor sea la capacidad del material de resistir los ataques exógenos del medio ambiente, mayor será el tiempo de servicio del mismo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.	1
1.2.	Delimitación de la investigación.	3
1.3.	Formulación del problema.	4
1.3.1.	Problema general.	4
1.3.2.	Problemas específicos.	4
1.4.	Formulación de objetivos.	4
1.4.1.	Objetivo general.	4
1.4.2.	Objetivos específicos.	5
1.5.	Justificación de la investigación.	5
1.6.	Limitaciones de la investigación.	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.	9
2.2.	Bases teóricas – científicas.	16
2.3.	Definición de términos básicos	23
2.4.	Formulación de hipótesis.	24
2.4.1.	Hipótesis general.	24
2.4.2.	Hipótesis específicas.	25
2.5.	Identificación de variables.	25
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.	26

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.	27
3.2.	Nivel de investigación	27

3.3.	Métodos de investigación.....	28
3.4.	Diseño de investigación.....	28
3.5.	Población y muestra.	28
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	29
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	30
3.8.	Tratamiento estadístico.....	30
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.	30

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	31
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	31
4.3.	Prueba de hipótesis	52
4.4.	Discusión de resultados	61

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Concreto De Alto Desempeño.....	19
Tabla 2: Operacionalización de Variable Independiente.....	26
Tabla 3: Operacionalización de Variable dependiente	26
Tabla 4: Datos para dosificación de variables	28
Tabla 5: Análisis de Granulometría del agregado Fino.....	32
Tabla 6: Análisis de Granulometría del agregado grueso.....	33
Tabla 7: Análisis de las propiedades físicas de los agregados	35
Tabla 8: Resultados del diseño de mezcla método ACI 211	36
Tabla 9: Datos para dosificación de variables	36
Tabla 10: Dosificación de variables	37
Tabla 11: Resistencia a la compresión patrón general	37
Tabla 12: Resistencia a la compresión patrón (-) (-)	38
Tabla 13: Resistencia a la compresión patrón (+) (-)	40
Tabla 14: Resistencia a la compresión patrón (-) (+)	41
Tabla 15: Resistencia a la compresión patrón (+) (+)	42
Tabla 16: Resistencia a la compresión patrón promedio	44
Tabla 17: Resistencia a la tracción indirecta patrón general	47
Tabla 18: Resistencia a la tracción indirecta patrón promedio.....	48
Tabla 19: Resistencia a la flexión patrón general.....	51
Tabla 20: Resistencia a la flexión patrón promedio	51
Tabla 21: Prueba de normalidad resistencia a la compresión.....	53
Tabla 22: Prueba de normalidad resistencia a la tracción indirecta	53
Tabla 23: Prueba de normalidad resistencia a la flexión	53
Tabla 24: Correlación de Pearson.....	54

Tabla 26: Comparaciones múltiples resistencia a la compresión	55
Tabla 27: Descriptivos resistencia a la compresión.....	56
Tabla 28: Comparaciones múltiples resistencia a la tracción indirecta.....	57
Tabla 29: Descriptivos resistencia a la tracción indirecta	58
Tabla 30: Comparaciones múltiples resistencia a la flexión	59
Tabla 31: Descriptivos resistencia a la flexión.....	60

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Datos Históricos de Temperatura - Cerro De Pasco	2
Gráfico 2: Resistencia a la compresión patrón general	38
Gráfico 3: Resistencia a la compresión patrón (-)(-)	39
Gráfico 4: Resistencia a la compresión patrón (+)(-)	41
Gráfico 5: Resistencia a la compresión patrón (-)(+)	42
Gráfico 6: Resistencia a la compresión patrón (+)(+)	43
Gráfico 7: Resistencia a la compresión patrón Promedio.....	44
Gráfico 8: Comparación de resultados resistencia a la compresión	45
Gráfico 9: Comparación de resist. compresión P.G. vs P. Prom.....	46
Gráfico 10: Resistencia a la tracción indirecta patrón general	48
Gráfico 11: resistencia a la tracción indirecta patrón general	49
Gráfico 12: Comparación del patrón general y patrón promedio	50

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Mundialmente el concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados, debido a su cualidad para adoptar cualquier forma. Hoy en día es posible observar en varias ciudades edificaciones altas o grandes construcciones que usan el concreto como material base, es por ello que se han realizado muchas investigaciones referentes al concreto, obteniendo como resultado, concreto con mejores resistencias mecánicas y durabilidad, esto dependiendo de las necesidades constructivas.

Uno de los casos de investigación son los relacionados con concretos de alta resistencia, con resistencias a la compresión iguales o mayores a los 420 kg/cm² (42 MPa) pero para lograr estas resistencias es necesario la aplicación de aditivos como superplastificantes y/o retardantes.

Pero es necesario tener en cuenta las condiciones climatológicas del lugar donde se requiere usar los diferentes tipos de concreto, como en el caso de los lugares con temperaturas bajas.

En varios países del mundo se encuentran lugares con climas con temperaturas bajas, esto debido a su ubicación geográfica como su proximidad a los polos, así como Alaska en Estados Unidos y las regiones del sur de Chile, en otros casos por ubicarse cerca de las cordilleras y estar a una altitud superior a los 3000 msnm. como el País de Bolivia y también varios departamentos del Perú.

El Departamento de Pasco, se ubica en el centro de Perú, este departamento cuenta con lugares ubicados a una altitud superior a los 4000 msnm. un ejemplo son las ciudades de Cerro de Pasco y San Juan, donde se encuentra ubicado La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, La temperatura en estas ciudades son frías durante todo el año llegando en algunos casos a temperaturas bajo 0°C durante las noches.

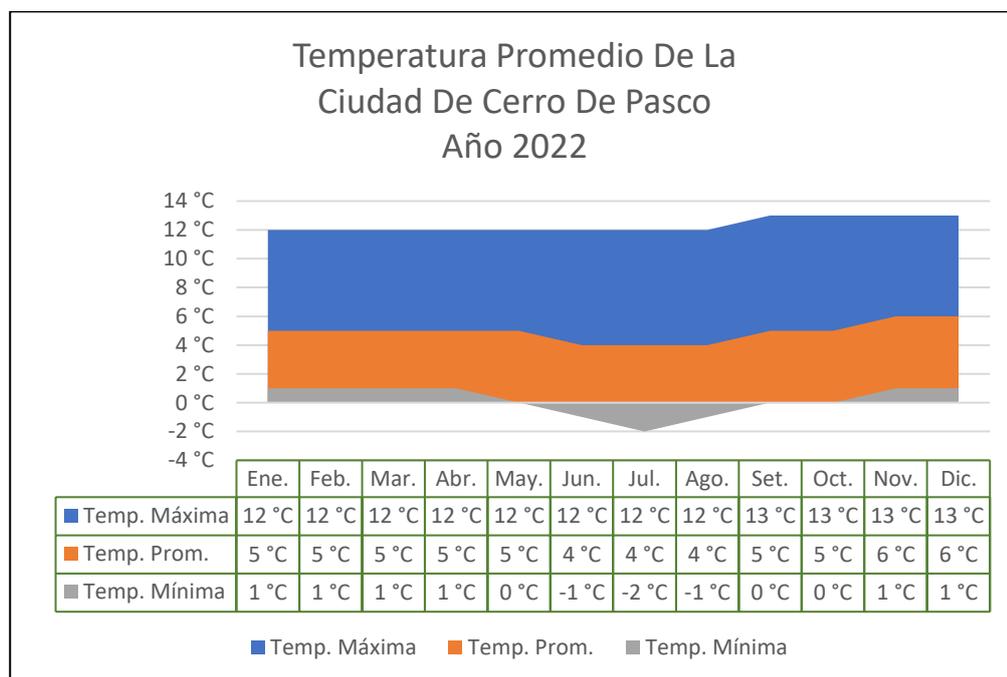


Gráfico 1: Datos Históricos de Temperatura - Cerro De Pasco

Fuente: Elaboración propia

Según el ACI-306R nos menciona que para considerar que un lugar tiene clima frío el promedio de la temperatura ambiental debe ser menor de 5°C.

durante 3 días consecutivos o más. Si el promedio de la temperatura ambiental supera los 10°C ya no se podrá considerar como clima frío.

Debido a las bajas temperaturas es necesario tener otras consideraciones durante la elaboración de un concreto, como tener en cuenta las horas adecuadas para el preparado y vaciado de concreto, la cantidad de agua a usar sin descuidar el diseño de mezcla y el curado del concreto teniendo en consideración los efectos que pueden causar las heladas durante el fraguado del concreto.

Ante esto existen investigaciones que detallan como los efectos negativos provocado por los ciclos repetitivos de hielo-deshielo del agua, son las causas de la degradación del concreto bajo estas condiciones. Estos daños se ven reflejados en la superficie del concreto como grietas, esto se debe al contenido de agua en los poros capilares, esto hace que se presenten los ciclos de hielo y deshielo provocando tensiones de tracción internas, esto también se debe al fraguado lento del concreto a bajas temperaturas.

Una solución a estos efectos ocasionas por los ciclos de hielo – deshielo del agua en el concreto es la aplicación de aditivos incorporadores de aire, al incorporar aire al concreto la durabilidad de este aumenta y reduce los efectos negativos ocasionados por el ataque de hielo – deshielo del agua.

Otra solución es también el uso de aditivos acelerantes de fraguado, este aditivo permite al concreto obtener altas resistencias a temprana edad

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación del proyecto estará ubicada en el distrito de Yanacancha, provincia y departamento de Pasco.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influye la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el mejoramiento de la resistencia a la compresión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?
- ¿Cuál será el mejoramiento de la resistencia a la tracción indirecta con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?
- ¿Cuál será el mejoramiento de la resistencia a la flexión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el mejoramiento de la resistencia a la compresión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023
- Determinar el mejoramiento de la resistencia a la tracción indirecta con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023
- Determinar el mejoramiento de la resistencia a la flexión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

1.5. Justificación de la investigación

La justificación de una investigación sobre la "Influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023" se apoya en varios puntos clave que subrayan su relevancia y necesidad en el ámbito de la ingeniería civil y de materiales. A continuación, se detallan los aspectos fundamentales que sustentan esta investigación:

Mejora de Propiedades del Concreto: La adición de microfibras sintéticas y superplastificantes se ha demostrado que mejora significativamente las propiedades del concreto, incluyendo su resistencia a la tracción, durabilidad, y resistencia a la fisuración. Investigar estos efectos

específicamente en concretos de alta resistencia permite optimizar las mezclas para aplicaciones estructurales críticas.

Desempeño en Climas Fríos: Los climas fríos presentan desafíos únicos para el concreto, incluyendo el riesgo de congelación del agua antes de que el concreto haya ganado suficiente resistencia. La adición de microfibras sintéticas y superplastificantes puede modificar el comportamiento del concreto en estas condiciones, mejorando su resistencia al ciclo de congelación-descongelación y su trabajabilidad en bajas temperaturas.

Innovación en Materiales de Construcción: La investigación contribuye al desarrollo de nuevos materiales de construcción que son más eficientes, duraderos y adecuados para diversas condiciones ambientales. Esto es particularmente relevante para regiones como Pasco, donde el clima frío puede limitar la selección de materiales y técnicas de construcción convencionales.

Sostenibilidad: El uso eficiente de aditivos como las microfibras sintéticas y superplastificantes puede reducir la cantidad de cemento necesario para alcanzar una resistencia deseada, lo que a su vez puede disminuir la huella de carbono asociada con la producción de concreto. Esta investigación apoya el desarrollo de prácticas de construcción más sostenibles.

Aplicabilidad Local en Pasco: Realizar esta investigación en el contexto específico de Pasco garantiza que los resultados sean directamente aplicables y beneficiosos para las prácticas de construcción locales. Esto no solo mejora la infraestructura existente sino que también guía futuros proyectos de construcción para que sean más resilientes y eficientes.

Contribución al Cuerpo Académico y Profesional: La investigación aporta al conocimiento científico y técnico en el campo de la ingeniería civil, ofreciendo datos empíricos y recomendaciones prácticas sobre el uso de microfibras sintéticas y superplastificantes en concretos de alta resistencia. Este conocimiento es valioso para académicos, profesionales, y estudiantes interesados en la tecnología del concreto y su aplicación en condiciones climáticas adversas.

Seguridad y Reducción de Costos a Largo Plazo: Mejorar la resistencia y durabilidad del concreto tiene implicaciones directas en la seguridad de las estructuras y en la reducción de los costos de mantenimiento y reparación a largo plazo. Esta investigación ayuda a identificar mezclas de concreto que ofrecen un rendimiento superior, contribuyendo así a la construcción de infraestructuras más seguras y económicas.

1.6. Limitaciones de la investigación

Los resultados logrados de este proyecto de investigación son válidos solamente para los lugares del Departamento de Pasco que cuentan con temperaturas ambientales bajas o climas fríos y lugares a nivel nacional en condiciones similares. Con respecto al tema de limitaciones en el estudio son los siguientes:

- La resistencia mínima a la compresión del concreto a alcanzar es de 420 kg/cm².
- Se utilizarán los materiales accesibles de la zona como agregados y cemento portland Tipo 1.
- Se deberá cumplir con lo especificado en las normas NTP y ASTM para la elaboración del concreto.

- El diseño de mezcla se realizará por método ACI 211.1
- Se evaluará la influencia de los aditivos superplastificantes y microfibras en los concretos de alta resistencia, que se realizará en las bajas temperaturas ambientales de la ciudad de Cerro de Pasco.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

- Oliva y Torres (2022). Tesis de Pregrado: “Incidencia de micro materiales reactivos industriales en las características físico – mecánicas de los concretos de alta resistencia”. Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Colombia”.

El objetivo de esta investigación es realizar un análisis de la incidencia que trae el uso de micro materiales reactivos en los concreto de alta resistencia.

La metodología consistió en investigar teóricamente a 5 micro materiales tales como la micro sílice, residuos de carburo de calcio, polvo de horno de cemento, escoria de alto horno y ceniza volante, cuya información relevante fueron sus propiedades de importantes, sus componentes y la capacidad cementante. Asimismo, se realizó investigación bibliográfica sobre el tema de interés, cuyas aplicaciones

sean asociadas al concreto y morteros, y de qué manera la dosificación afecta a la f_c del concreto.

Entre las incidencias encontradas, diversos autores hicieron énfasis en algunas propiedades tales como el asentamiento del concreto y la resistencia a la compresión de la misma. Entre los resultados de las evaluaciones se determinó que los 5 micro materiales tienen la capacidad de mejorar el rendimiento de las propiedades del concreto tras la sustitución de cemento en porcentajes determinados. Parte de las evaluaciones también fue hacer un análisis del costo de los componentes del concreto, a su vez los autores indican que por falta de información solo se hizo cotizaciones en línea en páginas de ventas a nivel internacional.

Como conclusiones los autores señalaron que las dosificaciones óptimas de los micro materiales fueron: 5 % de cenizas volantes, 5 % de polvo de horno de cemento, 10 % de micro sílice, 15 % de residuos de carburo de calcio y 20 % de escoria de alto horno. Finalmente, entre las recomendaciones mencionan realizar investigaciones experimentales para un mejor entendimiento y resultado del tema de estudio.

- Diaz y Torres (2020). Tesis de Pregrado: “Análisis de diferentes dosis de aditivos superplastificantes en las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico con base a diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso tipo silíceo”. Universidad de Cartagena, Colombia.

Este estudio tuvo como fin investigar la dosificación de los superplastificantes en las mezclas de concreto hidráulico, asimismo

analizar la relación de las dosificaciones en las propiedades físicas y mecánicas del concreto tanto en estado fresco como endurecido, considerando el uso de agregado tipo silíceo.

La metodología de este estudio consistió en recopilar e indagar en investigaciones cuyas variables sean el agregado de tipo silíceos, propiedades físicas y mecánicas, y las dosificaciones de los aditivos superplastificantes obteniendo los siguientes resultados: los agregados pétreos tienen una gran influencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto; los agregados de tipo silíceo, poseen una buena consistencia, pero la zona de interfaz es débil lo que no influye de forma positiva en la resistencia y, por último, para que los resultados sean mejores deben aplicarse valores bajos de los superplastificantes.

- Aquise y Meneses (2022). Tesis de Pregrado: “Evaluación del concreto en un pavimento rígido con la incorporación de fibra de polipropileno en la ciudad de Puno – 2022”. Universidad Cesar Vallejo, Callao, Perú.

El objetivo de esta investigación es determinar las incidencias de las fibras de polipropileno (fibras sintéticas) en las propiedades físico-mecánicas del concreto para pavimento.

La metodología de esta investigación consistió en incorporar la fibra de polipropileno en el pavimento para dar solución a las fisuras, grietas, etc., producto de las lluvias, la temperatura ambiente y la transividad en la zona.

Esta investigación comenzó con la caracterización de las propiedades de la piedra chancada y arena gruesa para determinar su granulometría y su posterior diseño de mezcla. El diseño de mezcla se realizó considerando

la adición de fibra de polipropileno en diferentes cantidades medidas en gramos por metro cúbico de la mezcla de concreto.

Por otro lado, se adicionaron de 200 g/m³ a 600 g/cm³ de fibras de polipropileno a las mezclas para evaluar las propiedades físicas tales como la temperatura, el asentamiento y contenido de aire.

Los resultados de la experimentación evidencian que con la aplicación de 400g/m³ de fibras de polipropileno se logra obtener un concreto con mayor resistencia a la compresión, tracción y flexión a una de edad máxima de resistencia de 28 días; asimismo, se hizo la comparación con 27 muestras sin la adición de fibras de polipropileno, siendo los resultados finales favorables a las muestras que contenían la fibra de polipropileno.

- Garcia (2020). Tesis de Pregrado: “Análisis del comportamiento del concreto de alta resistencia adicionando microsílce y aditivo superplastificante para determinar sus propiedades físico – mecánica, Lima – 2020”. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

El objetivo de esta investigación fue analizar el comportamiento del concreto al remplazar parcialmente el cemento en ciertas proporciones de microsílce y aditivo superplastificante, tanto en el estado fresco como en estado endurecido.

La investigación fue aplicada, cuyo diseño fue el experimental, con un enfoque cuantitativo y de nivel explicativo. Se trabajó con 52 muestras, las que fueron probetas hechas en laboratorio y para los cuales contaron con fichas técnicas para la recolección de datos.

Entre los resultados obtenidos por el autor podemos resaltar lo siguiente: se determinó cual es el efecto de adicionar micro sílice, se determinó las temperaturas alcanzadas, como también la resistencia a la compresión, y que al incorporar 2.2 % de superplastificantes y 10 % de micro sílice los resultados son directamente proporcionales con la resistencia, siendo estos resultados óptimos para aplicar en una construcción.

- Cruz (2017). Tesis de Pregrado: “Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por microsíllice utilizando aditivo superplastificante en la región de Puno.” Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú.

La presente investigación tiene como fin producir concretos de alto desempeño, teniendo en cuenta la medida de alta resistencia establecida de 500 kg/cm² en adelante, con asentamientos tales como 4”-6”, 6”-8”; que permitirían la construcción de edificaciones altas, disminuyendo las secciones de las columnas y aumentando la disponibilidad de espacio, a su vez mejorando la trabajabilidad y el mantenimiento en la construcción. Asimismo, la adición de micro sílice en reemplazo de cemento para el concreto contribuye reduciendo el proceso de clinkeración en la elaboración del cemento.

Para el desarrollo de la metodología se tomó en cuenta el diseño del concreto patrón y con determinados porcentajes de distintos agregados con ensayos de máxima capacidad. Como también, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a las probetas con relaciones de agua cemento de 0.25.

Como conclusiones el autor señala que, tras la realización de los ensayos en estado endurecido, los resultados a la resistencia a la compresión fueron de 526.60 kg/cm², 571.26 kg/cm² y 670.65 kg/cm², en cuanto a la resistencia a la flexión se obtuvo 60.71 kg/cm², 66.27 kg/cm² y 71.52 kg/cm²; así como los valores de 233,817.10 kg/cm², 238,260.50 kg/cm² y 260,411.80 kg/cm² de módulo de elasticidad. Por otro lado, los valores presentados fueron incrementando a medida del aumento de la dosificación de micro sílice en reemplazo de cemento.

- Guere (2020). Tesis de Pregrado: “Análisis del óptimo concreto a fin de mejorar sus comportamiento físico y mecánico a bajas temperaturas en el distrito de Chaupimarca – Pasco 2019.” Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco, Perú.

En este estudio se utilizaron 3 métodos ACI, módulo de finura de agregado y FULLER en el diseño de mezclas, lo que permite analizar la resistencia y durabilidad del concreto en las condiciones de hielo y deshielo que prevalecen en la zona de Chaupihuaranga. para comprobar la trabajabilidad y la segregación del hormigón. Se analizaron tipos diferentes de mezclas de hormigón (hormigón normal, hormigón con acelerador de fraguado de 2,6°, hormigón con aire de 0,1° y una combinación de estos dos aditivos) a tiempos de curado (7, 14, 28 y 45 días). Para el diseño de la mezcla se requiere un análisis de las propiedades físicas (fino y grueso) de los agregados que no caigan por debajo del límite ASTM C-33, pero a pesar de ello, el concreto puede obtener la resistencia necesaria a las condiciones de congelamiento y deshielo, lo cual se enfatizó en el diseño de la mezcla y que aun cuando

el agregado no caiga dentro de los límites de ASTM C-33, la durabilidad requerida se puede lograr debido al alto factor de seguridad utilizado en el diseño.

- Huaricancha (2018). Tesis de Pregrado: “Influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ Kg/cm² en más de 4380 m.s.n.m., Yanacancha – Pasco”. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú.

En esta investigación se evaluaron los efectos de la temperatura ambiente en las propiedades del concreto como la resistencia a la compresión en un concreto con $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ sobre los 4380 m.s.n.m., en Pasco. La resistencia fue mínimo de 28 días, con rango de temperatura 0°C a 12°C.

La presente tesis se realizó en el laboratorio de Ingeniería Civil de la UNDAC, en Yanacancha, la cual se llevó a cabo de julio a agosto. Se elaboraron probetas de concreto, los agregados usados fueron traídos de la cantera de Cochamarca y cemento utilizado fue el tipo I; para la preparación de la mezcla se tuvo en consideración la temperatura exterior o ambiente. Al final las probetas fueron sometidos al ensayo compresión a los 7, 14 y 28 días de edad.

Esta tesis enfatiza el cambio de resistencia en el concreto a temperatura ambiente, cambios que pueden contribuir económicamente en las obras de construcción en nuestra ciudad o en zonas de climas similares.

- Rodríguez (2018). Tesis de Pregrado: “Beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en el concreto en la ejecución de

proyectos de pistas y veredas del distrito de Vicco – Pasco”. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú.

El propósito de este estudio es agregar aditivos al concreto que mejoren su resistencia, minorar los costos del proyecto, mejorar la durabilidad del proyecto y obtener un proyecto de mejor calidad. Este estudio es experimental, con un diseño pre experimental; siendo la población la ejecución de proyectos en Pasco y la muestra fue un proyecto de mejoramiento en Vicco - Pasco.

Las muestras obtenidas fueron preparadas para la recolección de datos a través de los análisis. El autor menciona como conclusión que los usos de diversos aditivos mejoran las propiedades del concreto mejorando con ello la calidad del proyecto y tienen relevancia en la rentabilidad de la realización del proyecto. También es útil porque la resistencia del concreto es mayor que la indicada en los datos técnicos.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Base científico

Para esta investigación estudiaremos el diseño de concretos de alta resistencia expuestos a temperaturas bajas utilizando aditivos superplastificantes y microfibras sintéticas. Para ello se realizará diseños de mezcla según el método ACI y se realizaran probetas en un laboratorio y se evaluarán las resistencias del concreto a la compresión a las edades de 3, 7 y 28 días.

2.2.2. Concreto

Es una mezcla de diversos elementos como arena, grava, piedra chancada, cemento y agua. En ocasiones, dependiendo la necesidad, se agregan

aditivos para mejorar o cambiar ciertas características o propiedades del concreto, entre estas propiedades tenemos: mayor trabajabilidad durante la mezcla y el vaciado, mejorar la resistencia y durabilidad del concreto, minorar o aumentar el tiempo de fraguado y otros. (Jack C. McCormac y Russell H. Brown, diseño de concreto reforzado, pag.1)

Propiedades del concreto

Resistencia a la compresión. Es la capacidad que tiene el concreto para resistir esfuerzos. Se realiza por medio del ensayo de ruptura de especímenes, pueden ser cilíndricos o cúbicos; generalmente el cilíndrico es usado en Latinoamérica, teniendo una relación de altura igual a dos veces su diámetro. Hecha la observación anterior, se efectúa este procedimiento en primer lugar para determinar si el diseño de mezclas escogido cumple con los requisitos de resistencia del concreto, segundo, ajustar el nivel que es necesario durante la elaboración del concreto y, por último, contrastar que la estructura tenga la resistencia deseada. (Oliva y Torres, 2022)

Trabajabilidad. Según Masías (2018), Es la capacidad que tiene el concreto, en estado fresco, para ser transportado, colocado, compactado correctamente y terminado sin segregación”.

Asentamiento. Reyes y Rodríguez (2010) señalan que con el asentamiento se puede determinar la trabajabilidad del concreto en el momento de su preparación, estado fresco, durante los ensayos de especímenes. Si el asentamiento se encuentra en un rango de 0 a 2 cm, la mezcla se considera muy seca, si está entre 2,5 y 3,5 cm la mezcla es seca, de 3,5 a 5 cm es semiseca, de 5 a 10 cm la mezcla es media, húmeda si esta de 10 a 15 cm y muy húmeda si es superior a 15 cm”.

Porosidad. Es el número de poros existentes en una masa de concreto, causados por el aire atrapado en la mezcla y por la evaporación del agua. (Carrasco y Martínez, 2019)

Durabilidad. Es la resistencia del concreto al deterioro ante las demandas de agentes físicos y químicos externos. “Además de resistir, debe conservar su funcionalidad por largos periodos de tiempo sin tener un gran impacto económico a la hora de realizar mantenimientos” (Carrasco y Martínez, 2019)

2.2.3. Concreto de alta resistencia

Son concretos que tienen una resistencia a la compresión mayor a 420 kg/cm². Conocidos también como concretos de alto desempeño ya que sus características son mejores en comparación a los concretos normales, además de su alta resistencia. Como ejemplo estos concretos presentan baja permeabilidad y esto hace que estos concretos tengan mejor comportamiento frente a la presencia de distintos agentes físicos y químicos, que al entrar en contacto sobre ellos y estos pueden provocar algunos efectos negativos haciendo que el concreto se deteriore. (Jack C. Mc Cormac y Russell H. Brown, diseño de concreto reforzado, pag.19)

Para poder elaborar estos tipos concretos ($f'_c > 420$ kg/cm²), se debe realizar un estricto control desde la selección de materiales a usar, de la preparación de la mezcla, del traslado y vaciado de la mezcla. Diferentes investigaciones señalan que para lograr que la resistencia del concreto aumente es necesario emplear una relación de agua-cemento menores a 0.4, adicionando aditivos y empleando agregados seleccionados adecuadamente. (Jack C. McCormac y Russell H. Brown, diseño de concreto reforzado, pag.20)

Clases de concretos de alta resistencia

Cruz (2017) señala que gracias la combinación del avance tecnológico y la experiencia, ha sido posible clasificar los concretos de alta resistencia dividiéndolo en cinco clases diferentes con variaciones de 25 Mpa entre ellos, (p. 48), como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1: Concreto De Alto Desempeño

Clase de concreto de alta resistencia	Resistencia a la compresión	
	Kg/cm ²	Mpa
I	510-765	50-75
II	765-1020	75-100
III	1020-1275	100-125
IV	1275-1530	125-150
V	1530 o +	150 o +

Fuente: Adaptado de p.c. AİTCIN

Componentes de un concreto de alta resistencia

Gómez (2011) señala que los principales componentes para obtener concretos con resistencias altas son:

Cemento. El autor recomienda usar el cemento tipo III, que tiene una composición química uniforme con contenidos de silicato tricálcico mayores en relación a los cementos normales y módulo de finura alto.”.

Grava. “Agregado grueso, tienen una resistencia mecánica alta, estructura sana, niveles de absorción bajo, buena adherencia”.

Arena. Debe estar bien graduada, los contenidos de material fino plástico deben ser bajos y mantener el módulo de finura controlado”.

Agua. “Debe cumplir con de las normas establecidas. Debe cumplir con lo requerido en el diseño de mezcla y la relación a/c”.

Mezcla. Se debe mantener la relación agua/cemento en los rangos de 0.25 a 0.35.

Aditivos. “Se deben emplear uno o más aditivos que incrementen la plasticidad del concreto.

Adiciones cementantes. Materiales inorgánicos que son utilizados para mejorar algunas propiedades o características del concreto como la contribución en la actividad hidráulica de la mezcla. Entre las adiciones cementantes tenemos: el humo de sílice, las escorias molidas de alto horno, las cenizas volantes.

2.2.4. Aditivos

Son elementos que se agregan en la preparación de la mezcla, durante o después, con la finalidad de cambiar o mejorar el desempeño del concreto de acuerdo a las necesidades requeridas, así como para disminuir su costo. entre los diferentes tipos de aditivos que existen, para el proyecto de investigación se tendrán en cuenta los siguientes:

Superplastificantes

Son usados para disminuir la cantidad del agua en la mezcla manteniendo la trabajabilidad y consistencia del concreto que a la vez reducen la temperatura y reducen también los cambios del volumen del concreto. Al reducir la cantidad de agua se reduce también la relación de agua cemento y mejora la resistencia del concreto significativamente.

La aplicación de los aditivos superplastificantes se realiza para obtener los siguientes resultados:

- Mezclas de concreto con relación de agua / cemento bajo.
- Mantener la mezcla con una trabajabilidad constante.

- Poder realizar el vaciado de concreto en climas cálidos o templados.
- Elaboración de concretos premezclados.
- Obtención de concretos con mayores resistencias.

En cuanto al uso del superplastificantes estos deben ser aplicados de acuerdo al rango recomendado por las especificaciones del fabricante y en cuanto a sus ventajas mantiene la mezcla a temperatura ambiente y mejora el comportamiento del concreto, siempre en cuando se obedece las recomendaciones de las especificaciones técnicas del producto” (García, 2020).

Cruz (2017) nos menciona las siguientes propiedades que obtiene el concreto gracias a la absorción superficial por la aplicación de superplastificantes (p. 41):

- Reducción de agua (incremento de Densidad).
- Fluidez optima
- Capacidad autocompactante.
- Impermeabilidad alta.
- Menor relación agua –cemento.
- Mejora la durabilidad del concreto.
- Minora la exudación y segregación.
- Incrementa la cohesión del concreto.
- Mejora la adherencia entre el concreto y el acero.
- Mejora el comportamiento de contracción y deslizamiento.
- Reduce la carbonatación del concreto.

Fibras de Polipropileno

Son aditivos que brindan homogeneidad y resistencia a la tracción.

Consiste en fibras continuas y discontinuas de polipropileno.

Herencia et al., (2018) menciona que las fibras de polipropileno son compatibles con la alcalinidad de la mezcla de concreto. Teniendo en cuenta el tamaño de la fibra de polipropileno (macrofibra y microfibra) se pueden diferenciar los beneficios que aportan a la mezcla de concreto.

Macrofibra. Son fibras de polipropileno con longitudes que varían entre los 13 y 70 mm con diámetros entre 0.25 y 1.5 mm.

Previene la fisuración del concreto endurecido, reducen el tamaño de la fisura y mejora el comportamiento del concreto ante una eventual fisuración”. (Lievano, 2011)

Microfibra. Son fibras de polipropileno con longitudes que varían entre los 12 y 75 mm

“Las microfibras ayudan al concreto a evitar el agrietamiento y la microfisuración durante las primeras 24 horas (estado fresco)”. (Lievano, 2011)

2.2.5. Diseño de Mezcla

Es un procedimiento para determinar las cantidades de elementos a utilizar en una mezcla de concreto, las mezclas pueden ser en proporciones volumétricas o peso, esto dependerá del método de diseño de mezcla que se use.

Para poder realizar un diseño de mezcla es necesario realizar ensayos de laboratorio, previos o tener conocimiento de las características de los materiales a utilizar. para ello mencionamos los datos necesarios a tener en cuenta para un diseño de mezcla.

- Características granulométricas de los agregados.
- Peso específico de los elementos como el agua, agregados, cemento y otros elementos a utilizar.
- Propiedades de contenido de humedad y absorción de los agregados.

De acuerdo a los resultados de la resistencia ($f'c$) que se desea obtener se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Relación de agua cemento.
- Contenido de aire.
- Asentamiento de la mezcla
- Tamaño máximo nominal de los agregados gruesos.
- Y de pendiente de las condiciones de trabajo o modificaciones a las propiedades del concreto se puede incorporar aditivos.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Aditivo

Material utilizado para modificar o mejorar algunas propiedades o características del concreto, se añade durante o antes del mezclado de los elementos del concreto. (Norma E.060 del RNE 2014).

2.3.2. Agregado fino

Como árido se utiliza el árido fino o arena, así mismo, ejecuta de lubricante sobre el que rueda el árido grueso, dando al hormigón su trabajabilidad. La falta de arena se refleja en la irregularidad de la mezcla, demasiada arena requiere más agua para crear un cierto asentamiento, cuanta más arena, más viscosa la mezcla y cuanta más agua necesita, mayor cantidad de cemento. proporción de agua a cemento, (Unknown, 2009b)

2.3.3. Agregado grueso

Teniendo en cuenta que el hormigón es una roca artificial, la materia prima para la fabricación del hormigón es el árido grueso. Por lo tanto, se deben utilizar tantos tamaños como sea posible, teniendo en cuenta los requisitos de diseño y resistencia. Incluso para una resistencia de 250 kgr/cm², se debe

utilizar el árido grueso más grande posible; Para mayor resistencia, estudios recientes han demostrado que para una determinada mayor resistencia (eficiencia), el mínimo consumo de hormigón se consigue con un mayor consumo de hormigón obtenido a partir de pequeños áridos. (Unknown, 2009a)

2.3.4. Cemento

“Material pulverizado que en combinación de una cierta cantidad de agua forma una pasta con capacidad de endurecer con el tiempo, tanto bajo el agua como en el aire.”. (Norma E.060 del RNE 2014).

2.3.5. Concreto

“Resultado obtenido por la mezcla de materiales como arena, grava, piedra chancada u otros agregados, en una pasta compuesta por cemento y agua”. (Norma E.060 del RNE 2014).

2.3.6. Materiales Cementantes

“Materiales tales como los diferentes tipos de cementos, materiales con combinados de cenizas volantes, puzolanas crudas o calcinadas, micro sílice y escoria granulada de alto horno”. (Norma E.060 del RNE 2014).

2.3.7. Piedra Chancada

“Agregado obtenido de forma artificial mediante la trituración de rocas o gravas”. (Norma E.060 del RNE 2014)

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes mejorara las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

2.4.2. Hipótesis específicas

- La resistencia a la compresión mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023
- La resistencia a la tracción indirecta mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023
- La resistencia a la flexión mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes.

- Microfibras sintéticas y superplastificantes.

2.5.2. Variables dependientes.

- Propiedades de concretos de alta resistencia.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 2: Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Microfibras sintéticas y superplastificantes.	Nos dice que este estudio pretende reconocer visualmente la resistencia a la comprensión, tracción indirecta y flexión del concreto de alta resistencia, en diferentes dosificaciones.	Determinar las resistencias máximas alcanzadas	Dosificación	Microfibras Sintética de 0.5, 0.75 y 1 kg/m ³ superplastificantes de 0.75%, 1.0%, y 1.25%	Razón

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 3: Operacionalización de Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Propiedades de concretos de alta resistencia	Medir las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, así mismo, este es un tipo de concreto (hormigón) de alto desempeño.	Esta variable dependiente se medirá a Trávez de los datos arrojados por los ensayos realizados de laboratorio	D1: Propiedades, mecánicas del concreto de alta resistencia con la adición de Microfibras sintéticas y superplastificantes.	I1: Resistencia a la comprensión. I2: Resistencia a la tracción indirecta. I3: Resistencia a la flexión	Razón

FUENTE: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Por su Finalidad: Se considera esta investigación como aplicada, porque se resolverá un problema práctico como la influencia del uso de aditivos superplastificantes y microfibras sintéticas en concretos de alta resistencia elaborados en climas fríos.

Por su Naturaleza: Se considera esta investigación como enfoque cuantitativo, ya que se utilizará la recolección de datos y basándose a la medición numérica y al análisis estadístico se aprobará la hipótesis, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernandez et al., 2014, p. 4).

3.2. Nivel de investigación

Por su Carácter: Se considerará esta investigación como:

- Nivel de investigación explicativa, porque se explicará los fenómenos que ocurren durante la investigación por la aplicación de los aditivos superplastificantes y microfibras sintéticas en el concreto.

3.3. Métodos de investigación

La presente investigación será científica por ser un experimento de procesos ordenados.

3.4. Diseño de investigación

El diseño propuesto para esta investigación es el experimental, este procedimiento consiste en el que a un grupo determinado o muestra se le aplicará una prueba previa o antes al tratamiento experimental, después se le realizará el tratamiento y finalmente se le aplicará una prueba después al tratamiento experimental” (Hernández et al., 2014,p. 141).

El diagrama de este diseño se muestra a continuación:

G 01 X 02

Donde:

G: muestra de la investigación.

O1: observación de la muestra sin estímulo, preprueba.

X: aplicación del estímulo en la muestra.

O2: observación de la muestra posterior al estímulo, posprueba.

Tabla 4: Datos para dosificación de variables

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
Microfibra sintética	kg/m3	0.5	0.75	1
Superplastificante	%	0.75	1	1.25

Fuente: elaboración propia

3.5. Población y muestra

3.4.1. Población

Serán considerados los especímenes de concreto o probetas y las vigas que se puedan elaborar con los agregados obtenidos de la cantera Sacra familia del distrito de Simón Bolívar.

3.4.2. Muestra

Se considerará como muestra las 54 probetas para resistencia a la compresión, 54 probetas para resistencia a la tracción indirecta, y 54 vigas para la resistencia a la flexión, las cuales serán expuestas a las temperaturas ambientales de la Ciudad de cerro de Pasco durante el fraguado, y serán analizadas posteriormente en el laboratorio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Se utilizarán fichas de apuntes y se procesarán en hojas de cálculo elaborados en el programa Excel, los procedimientos seguidos serán los establecidos por las normas ASTM C 33 y ASTM C 150

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar son los siguientes:

- Tamices para el análisis granulométrico
- Balanza electrónica.
- Probeta.

Herramientas manuales como:

- Palas
- Baldes,
- Costalillos,
- Cucharones,
- Reglas graduadas,
- Espátulas,

- etc.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Esta investigación, se desarrollará de acuerdo a los criterios establecidos en las normas: ASTM C33, ASTM C150.

3.8. Tratamiento estadístico

Para la demostración de las hipótesis se necesitarán los programas estadísticos SPSS.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Se tendrá que respetar las normas éticas dadas por el Vicerrectorado de investigación y los encargados de la revisión de las investigaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Para la elaboración de los ensayos se llevó a cabo en el laboratorio para el diseño de mezcla, se realizó:

4.1.1. Ensayos de los agregados

Los ensayos realizados a los agregados para esta tesis son los siguientes:

- Granulometría de agregado fino
- Granulometría de agregado grueso
- Módulo de Finura y tamaño máximo nominal
- Peso Específico.
- Porcentaje de Absorción.
- Peso Unitario.
- Peso Unitario Suelto y Compactado.
- Contenido de Humedad

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Análisis granulométrico del agregado fino

La clasificación granulométrica distribuye las partículas en sus diferentes tamaños utilizando mallas normalizadas. Para los agregados finos se empleó las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, las cuales separan a las partículas en diferentes series. Utilizando la norma del NTP 400.037, el agregado fino se graduó dentro los límites regidos por esta norma.

Tabla 5: Análisis de Granulometría del agregado Fino

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	12.10	2.42	2.42	97.58	100.00	100.00	
N° 4	4.750	26.30	5.26	7.68	92.32	95.00	100.00	
N° 8	2.360	51.20	10.24	17.92	82.08	80.00	100.00	
N° 16	1.180	63.00	12.60	30.52	69.48	50.00	85.00	
N° 30	0.600	125.00	25.00	55.52	44.48	25.00	60.00	
N° 50	0.300	133.00	26.60	82.12	17.88	5.00	30.00	
N° 100	0.150	60.40	12.08	94.20	5.80	-	10.00	
N° 200	0.075	24.00	4.80	99.00	1.00	-	5.00	
FONDO	-	5.00	1.00	100.00	-	-	-	
		500.000	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							2.90	

Fuente: elaboración propia

4.2.2. Análisis granulométrico del agregado grueso

La clasificación granulométrica distribuye las partículas en sus diferentes tamaños utilizando mallas normalizadas. En el caso de los agregados gruesos, estos se retienen en el tamiz de la malla N°4 de acuerdo a las especificaciones de la norma NTP 400.037.

Los agregados de tamaños 1/8, 1/4, 1/2, y de 3/4 de piedra chancaca y los tamaños de 1/4, 1/2, y 3/4 de piedras naturales son las más comerciales.

Utilizando la norma del NTP 400.037, el agregado fino deberá graduado dentro los límites regidos por esta norma. Para determinar las características del agregado grueso se realizaron 03 ensayos de granulometría en presente investigación, aplicando la norma NTP 400.010.

Los procedimientos a utilizar para el ensayo como de los materiales y equipos **fueron aplicados con la norma NTP 400.012.**

Tabla 6: Análisis de Granulometría del agregado grueso

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Limites (NTP 400.037)		
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	12.10	2.42	2.42	97.58	100.00	100.00	
N° 4	4.750	26.30	5.26	7.68	92.32	95.00	100.00	
N° 8	2.360	51.20	10.24	17.92	82.08	80.00	100.00	
N° 16	1.180	63.00	12.60	30.52	69.48	50.00	85.00	
N° 30	0.600	125.00	25.00	55.52	44.48	25.00	60.00	
N° 50	0.300	133.00	26.60	82.12	17.88	5.00	30.00	
N° 100	0.150	60.40	12.08	94.20	5.80	-	10.00	
N° 200	0.075	24.00	4.80	99.00	1.00	-	5.00	
FONDO	-	5.00	1.00	100.00	-	-	-	
		500.000	100.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							2.90	

Fuente: elaboración propia

4.2.3. Propiedades físicas de los agregados

- Módulo de finura del agregado fino

Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams en el 1925 y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos en la serie Standard hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se divide entre 100. El

sustento matemático del Módulo de Fineza reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica.

- **Peso unitario del agregado**

Es el peso del agregado por unidad de volumen. Este peso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado. Es necesario conocer el peso unitario para calcular la cantidad de vacíos en el agregado, las proporciones del agregado y las conversiones de volumen a peso y viceversa.

- **Peso unitario suelto (P.U.S)**

Se denomina PUS cuando el material es colocado en el recipiente de diámetro y profundidad prescrita en la norma de forma natural sin alterar el llenado con ningún movimiento hasta que rebose para ser nivelado pasando cuidadosamente la varilla por la superficie, procedemos con el pesado de la muestra. Se obtiene el Peso Unitario Suelto multiplicando el peso neto por el factor de calibración (f) del recipiente.

- **Peso unitario compactado (P.U.C)**

Se denomina PUC cuando el material es colocado en el recipiente en tres capas, apisonando con 25 golpes por capa empleando una varilla de punta semiesférica de 5/8" de diámetro, al finalizar la compactación de las tres capas se procede a enrasar la superficie con la varilla para dejar uniforme y proceder al pesado. De el mismo modo que en el PUS se obtiene el Peso Unitario Compactado multiplicando el peso neto por el factor de calibración (f) de recipiente.

- **Peso específico del agregado**

El peso específico es el resultado de la relación del peso de las partículas del agregado fino al peso igual de volumen de agua. Para determinar el peso específico, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente, y la absorción después de las 24 horas en agua del agregado fino se aplicó la norma NTP 400.022.

- **Porcentaje de absorción del agregado**

Es un indicador de la calidad de los agregados, ya que a menor porcentaje de absorción el agregado es más durable, más resistente y con un mayor módulo de elasticidad; otorgando estas propiedades a los concretos de los que forman parte. Por lo contrario, agregados con alto porcentaje de absorción disminuyen la calidad de los concretos, haciéndolos más propensos a fisurarse.

- **Contenido de humedad del agregado**

El contenido de humedad es la cantidad de agua que contiene un agregado o material el cual se determina por la diferencia entre su peso y su peso seco. Se presenta los resultados de las muestras 1, 2 y 3 del ensayo de contenido de humedad del agregado.

Tabla 7: Análisis de las propiedades físicas de los agregados

DESCRIPCION	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso Unitario Suelto	1600	Kg/m ³	1505	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1690	Kg/m ³	1610	Kg/m ³
P. Especifico Masa Seca	2.9	gr/cm ³	2.82	gr/cm ³
Contenido de Humedad	5.9	%	0.86	%
% de Absorción	3.8	%	2	%
Módulo de Fineza	2.90		6.85	
Tamaño Máximo Nominal	3/8	"	1/2	"

Fuente: elaboración propia

4.2.4. Diseño de mezcla del concreto método del ACI 211

Se realizó diferentes diseños de mezcla, con trabajos de ingeniería y por esta condición están sujetos a cambios constantes en la relación agua-cemento y también en el porcentaje de agregados con el fin de optimizarlo.

Para la elaboración del diseño de mezcla del concreto se debe tener en cuenta seis procesos que implica el diseño, elaboración, colocación, curado y protección, de los cuales depende si este concreto satisface los requisitos de comportamiento bajo las condiciones particulares de su uso. Esto conlleva a investigar en la elaboración de un concreto de alta resistencia que cumpla con todas las especificaciones mencionadas y que, además, incorporando nuevos materiales como microfibras sintéticas y superplastificante en diferentes proporciones para así mejorar las propiedades del concreto.

Tabla 8: Resultados del diseño de mezcla método ACI 211

MATERIALES	DISEÑO PARA 1 m ³ DE CONCRETO PATRON		DISEÑO PARA 0.02 m ³ DE CONCRETO PATRON		VOLUM.
CEMENTO	628.834	kg	12.58	kg	0.01257668
A. FINO	758.869	kg	15.18	kg	0.01517738
A. GRUESO	990.653	kg	19.81	kg	0.01981306
AGUA (L/m ³)	201.149	kg	4.02	kg	0.00402298
AIRE	0	kg	0.00	kg	0

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos en esta presente tabla son para una tanda de 9 probetas que corresponde a 0.02 m³, así mismo, este se utilizó para el patrón general y 5 muestras adicionando microfibras sintéticas y superplastificante en diferentes porcentajes.

Tabla 9: Datos para dosificación de variables

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
Microfibra sintética	kg/m ³	0.5	0.75	1
Superplastificante	%	0.75	1	1.25

Fuente: elaboración propia

Tabla 10: Dosificación de variables

PATRONES	ADITIVOS	UND	DIAS DE ROTURA		
			7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
PATRON GENERAL	Microfibra sintética	kg
	Superplastificante	kg
PATRON (-) (-)	Microfibra sintética	kg	0.010	0.010	0.010
	Superplastificante	kg	0.094	0.094	0.094
PATRON (+) (-)	Microfibra sintética	kg	0.020	0.020	0.020
	Superplastificante	kg	0.094	0.094	0.094
PATRON (-) (+)	Microfibra sintética	kg	0.010	0.010	0.010
	Superplastificante	kg	0.157	0.157	0.157
PATRON (+) (+)	Microfibra sintética	kg	0.020	0.020	0.020
	Superplastificante	kg	0.157	0.157	0.157
PATRON PROM.	Microfibra sintética	kg	0.015	0.015	0.015
	Superplastificante	kg	0.126	0.126	0.126

Fuente: elaboración propia

4.2.5. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto ASTM C-39

La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta. A continuación, mostraremos los resultados obtenidos del ensayo de compresión realizado a los especímenes a diferentes edades 3 días, 7 días, 14 días y 28 días, así mismo presentaremos datos estadísticos como el promedio la desviación estándar y el coeficiente de variación.

Tabla 11: Resistencia a la compresión patrón general

descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	265.9	TIPO 2
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	269.7	TIPO 2

P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	271.4	TIPO 2
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	360	TIPO 4
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	368.9	TIPO 5
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	373.4	TIPO 5
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	425.3	TIPO 5
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	427.9	TIPO 5
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	431.1	TIPO 5

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que supero la resistencia diseño de 420 kg/cm², con un promedio de 428.10 kg/cm² a los 28 días.



Gráfico 2: Resistencia a la compresión patrón general

Fuente: Elaboración propia

En este grafico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que supero la resistencia diseño de 420 kg/cm², con un promedio del 102 % a los 28 días.

Tabla 12: Resistencia a la compresión patrón (-) (-)

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
(-)(-)	7	20/07/2023	27/07/2023	275.8	TIPO 5
(-)(-)	7	20/07/2023	27/07/2023	278.1	TIPO 2
(-)(-)	7	20/07/2023	27/07/2023	271.5	TIPO 2
(-)(-)	14	20/07/2023	03/08/2023	380.1	TIPO 2
(-)(-)	14	20/07/2023	03/08/2023	383.4	TIPO 2
(-)(-)	14	20/07/2023	03/08/2023	379.4	TIPO 2
(-)(-)	28	20/07/2023	17/08/2023	426.8	TIPO 2
(-)(-)	28	20/07/2023	17/08/2023	429.9	TIPO 5
(-)(-)	28	20/07/2023	17/08/2023	434.5	TIPO 5

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (-)(-), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 430.40 kg/cm² a los 28 días.

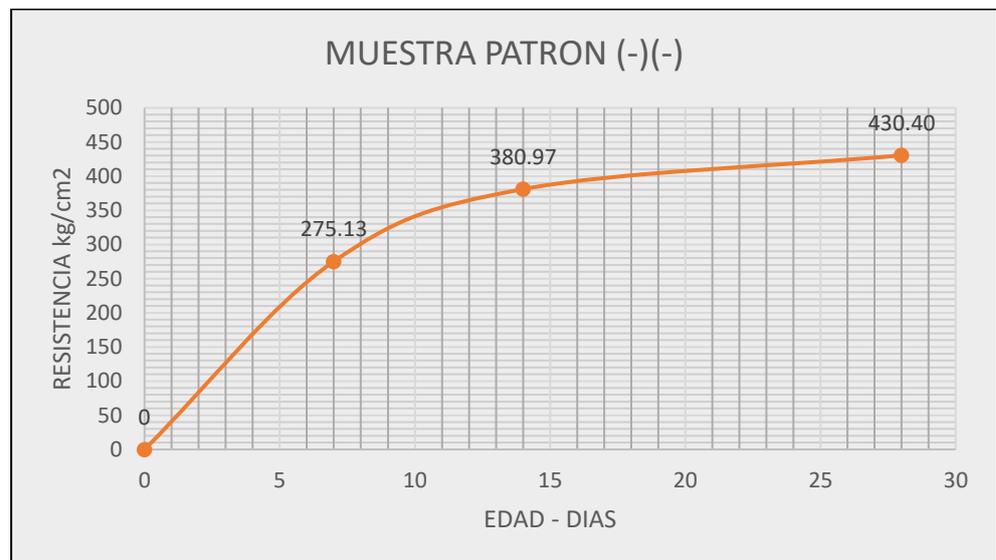


Gráfico 3: Resistencia a la compresión patrón (-)(-)

Fuente: Elaboración propia

En este grafico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (-)(-), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio del 102% a los 28 días.

Tabla 13: Resistencia a la compresión patrón (+) (-)

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm2)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
(+)(-)	7	20/07/2023	27/07/2023	281.5	TIPO 5
(+)(-)	7	20/07/2023	27/07/2023	283.5	TIPO 3
(+)(-)	7	20/07/2023	27/07/2023	287.7	TIPO 4
(+)(-)	14	20/07/2023	03/08/2023	385	TIPO 5
(+)(-)	14	20/07/2023	03/08/2023	389.1	TIPO 5
(+)(-)	14	20/07/2023	03/08/2023	381.7	TIPO 3
(+)(-)	28	20/07/2023	17/08/2023	431.5	TIPO 5
(+)(-)	28	20/07/2023	17/08/2023	436.7	TIPO 5
(+)(-)	28	20/07/2023	17/08/2023	425.9	TIPO 5

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (+)(-), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 431.37 kg/cm2 a los 28 días.

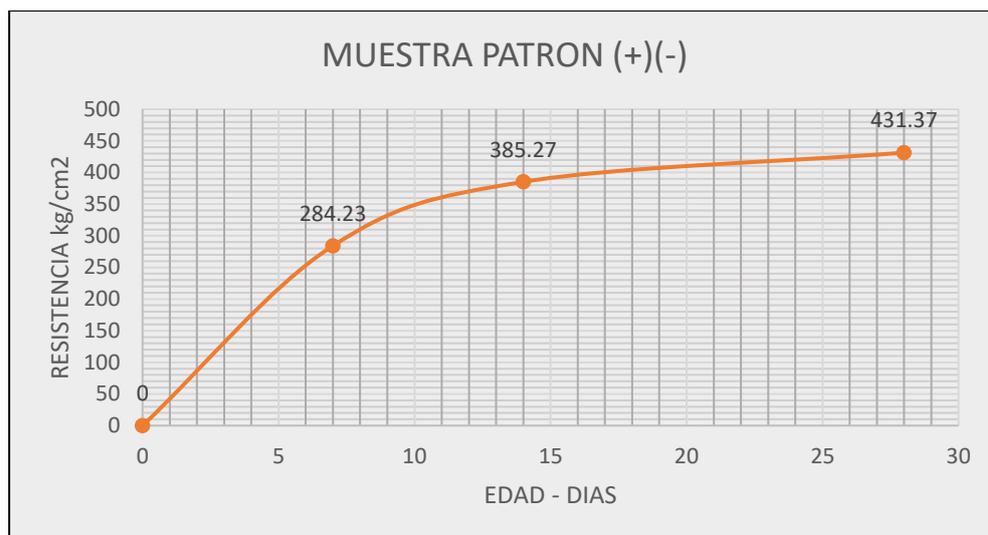


Gráfico 4: Resistencia a la compresión patrón (+)(-)

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (+)(-), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio del 103% a los 28 días.

Tabla 14: Resistencia a la compresión patrón (-) (+)

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
(-)(+)	7	20/07/2023	27/07/2023	266.7	TIPO 2
(-)(+)	7	20/07/2023	27/07/2023	269.1	TIPO 5
(-)(+)	7	20/07/2023	27/07/2023	273.8	TIPO 5
(-)(+)	14	20/07/2023	03/08/2023	361.8	TIPO 5
(-)(+)	14	20/07/2023	03/08/2023	365.9	TIPO 5
(-)(+)	14	20/07/2023	03/08/2023	372.4	TIPO 5
(-)(+)	28	20/07/2023	17/08/2023	419.8	TIPO 3
(-)(+)	28	20/07/2023	17/08/2023	415.2	TIPO 5
(-)(+)	28	20/07/2023	17/08/2023	418.7	TIPO 5

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (-)(+), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 417.90 kg/cm² a los 28 días.

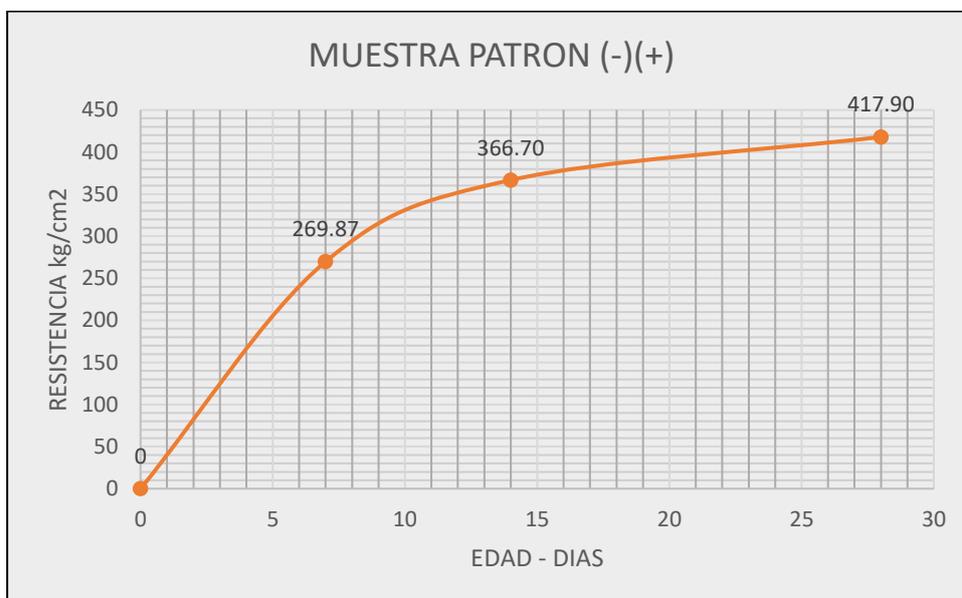


Gráfico 5: Resistencia a la compresión patrón (-)(+)

Fuente: Elaboración propia

En este grafico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (-)(+), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio del 100% a los 28 días.

Tabla 15: Resistencia a la compresión patrón (+) (+)

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
(+)(+)	7	20/07/2023	27/07/2023	265.4	TIPO 2
(+)(+)	7	20/07/2023	27/07/2023	266.8	TIPO 2
(+)(+)	7	20/07/2023	27/07/2023	270.2	TIPO 5
(+)(+)	14	20/07/2023	03/08/2023	365.8	TIPO 5
(+)(+)	14	20/07/2023	03/08/2023	371.9	TIPO 5

(+)(+)	14	20/07/2023	03/08/2023	375.4	TIPO 2
(+)(+)	28	20/07/2023	17/08/2023	417.5	TIPO 5
(+)(+)	28	20/07/2023	17/08/2023	405.1	TIPO 5
(+)(+)	28	20/07/2023	17/08/2023	409.7	TIPO 5

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (+)(+), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 410.77 kg/cm² a los 28 días.

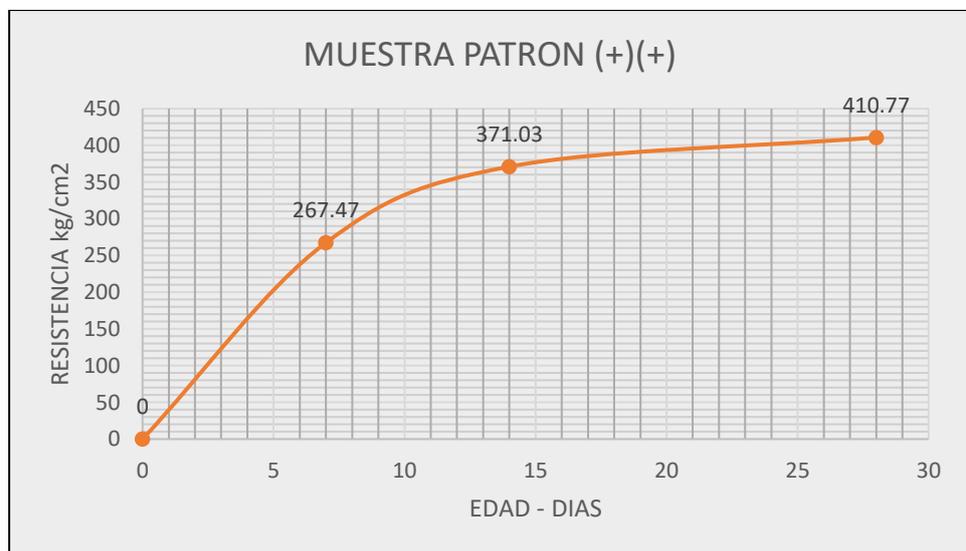


Gráfico 6: Resistencia a la compresión patrón (+)(+)

Fuente: Elaboración propia

En este grafico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra (+)(+), de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio del 98% a los 28 días.

Tabla 16: Resistencia a la compresión patrón promedio

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	285.6	TIPO 2
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	280.6	TIPO 5
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	287.9	TIPO 2
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	399.1	TIPO 5
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	391.1	TIPO 5
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	396.4	TIPO 5
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	448.8	TIPO 5
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	449.7	TIPO 5
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	452.4	TIPO 5

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra PROMEDIO, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 450.30 kg/cm² a los 28 días.

Gráfico 7: Resistencia a la compresión patrón Promedio



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra PROMEDIO, de acuerdo a las

curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio del 107% a los 28 días.

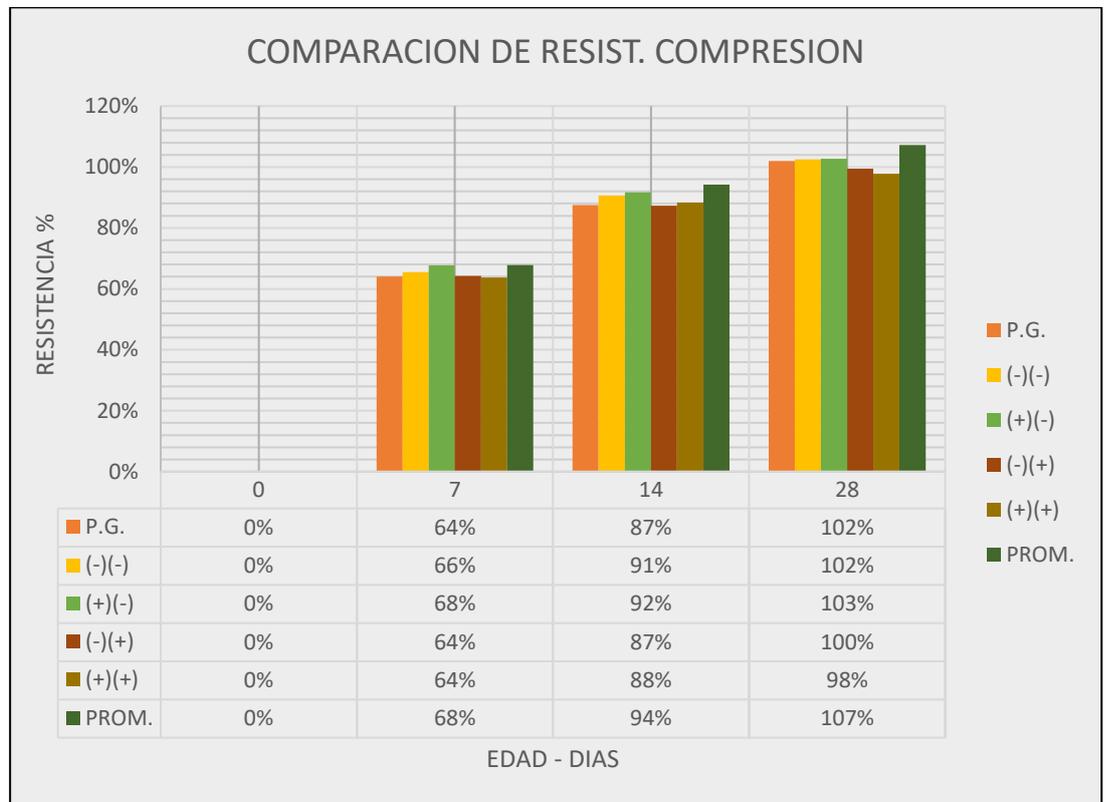


Gráfico 8: Comparación de resultados resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia

En este grafico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de todas las muestras, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que se tuvo resultados como el más mínimo el patrón (+)(+) con 98% y el más alto el patrón promedio con 107%, este con una dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1 % de superplastificante.

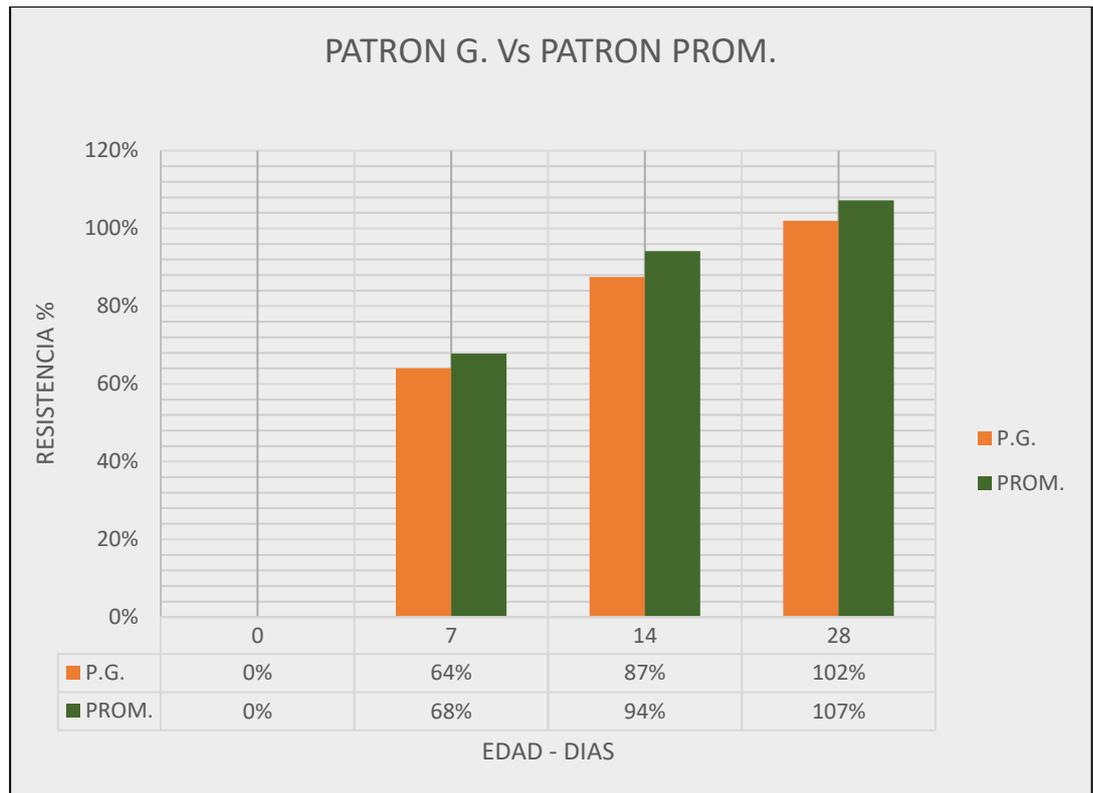


Gráfico 9: Comparación de resist. compresión P.G. vs P. Prom.

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la compresión de la muestra más óptima con respecto a la muestra patrón general, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que se tuvo resultados del patrón general con 102% y el patrón promedio con 107%, este con una dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1 % de superplastificante, ubicándose con un 5% de más en resistencia.

4.2.6. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta

La resistencia a la tensión (resistencia a tracción, resistencia en tracción) directa del concreto es aproximadamente de 8% a 12% de la resistencia a compresión y se estima normalmente como siendo de 0.4 a 0.7 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión en mega pascales o de 1.3 a 2.2 veces

la raíz cuadrada de la resistencia a compresión en kilogramos por centímetros cuadrados (5 a 7.5 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión en libras por pulgada cuadrada).

Tabla 17: Resistencia a la tracción indirecta patrón general

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la Tracción indirecta (kg/cm ²)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	27.42	B
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	26.84	B
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	27.02	C
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	36.85	B
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	36.80	A
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	37.50	B
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	42.24	B
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	41.88	B
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	43.02	B

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la tracción indirecta de la muestra patrón general, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 42.38 kg/cm² a los 28 días.

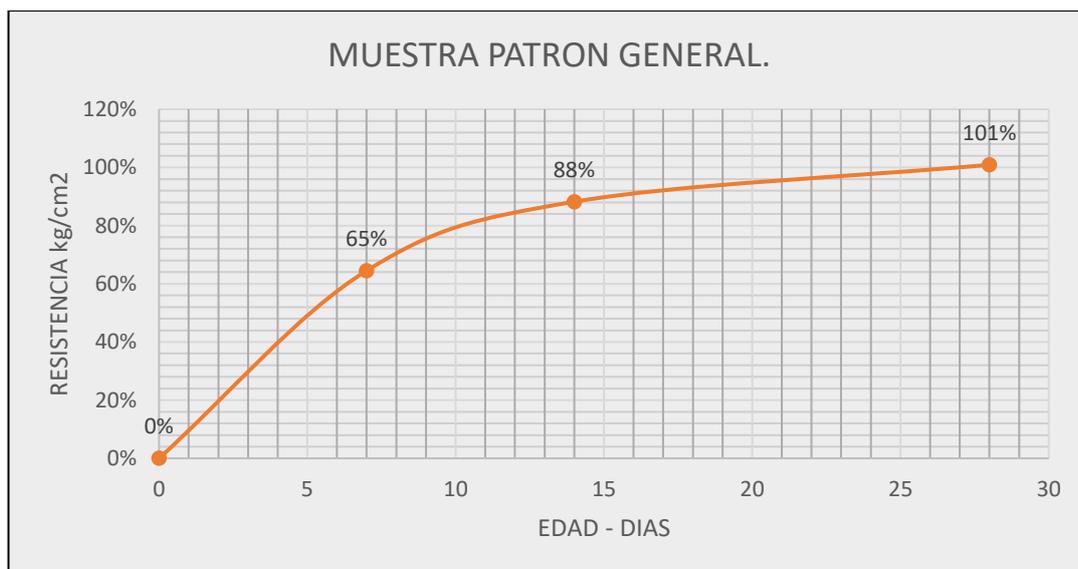


Gráfico 10: Resistencia a la tracción indirecta patrón general

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la tracción indirecta de la muestra patrón general, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio del 101% a los 28 días.

Tabla 18: Resistencia a la tracción indirecta patrón promedio

Descripción	edad	fecha		Resistencia a la Tracción indirecta (kg/cm ²)	tipo de rotura
		vaciado	rotura		
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	28.48	B
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	28.87	B
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	29.46	A
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	38.78	B
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	41.30	B
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	40.94	A
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	45.73	C
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	45.32	B
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	44.36	B

Fuente: elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la tracción indirecta de la muestra patrón promedio, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 45.14 kg/cm² a los 28 días.



Gráfico 11: resistencia a la tracción indirecta patrón general

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la tracción indirecta de la muestra patrón promedio, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio del 107% a los 28 días.

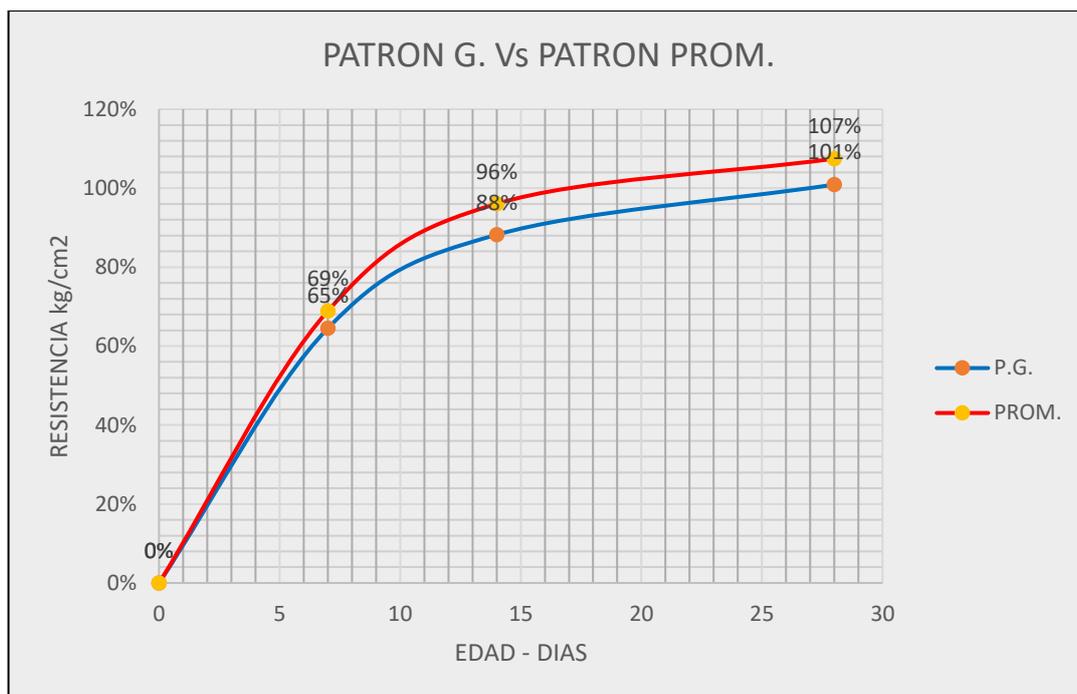


Gráfico 12: Comparación del patrón general y patrón promedio

Fuente: Elaboración propia

En este gráfico podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la tracción indirecta de la muestra más óptima con respecto a la muestra patrón general, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que se tuvo resultados del patrón general con 101% y el patrón promedio con 107%, este con una dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1 % de superplastificante, ubicándose con un 6% de más en resistencia.

4.2.7. Resistencia a la flexión del concreto NTP 339.079-2001

Se realizaron un total de 9 probetas por patrón de 0.15 x 0.15 x 0.55, donde se engrasa con petróleo a los moldes, donde se realizó la colocación de la muestra de concreto apisonando una varilla para proceder a golpear 10 veces con el martillo de goma.

Tabla 19: Resistencia a la flexión patrón general

Descripción	edad	fecha		carga máxima (KN)
		vaciado	rotura	
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	53.60
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	54.20
P.G.	7	20/07/2023	27/07/2023	52.90
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	62.50
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	68.90
P.G.	14	20/07/2023	03/08/2023	65.70
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	86.40
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	87.50
P.G.	28	20/07/2023	17/08/2023	87.90

FUENTE: Elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la flexión de la muestra patrón general, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 87.27 KN a los 28 días.

Tabla 20: Resistencia a la flexión patrón promedio

Descripción	edad	fecha		carga máxima (KN)
		vaciado	rotura	
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	57.90
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	61.50
PROM.	7	20/07/2023	27/07/2023	63.80
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	69.50
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	71.50
PROM.	14	20/07/2023	03/08/2023	75.10
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	89.80
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	91.50
PROM.	28	20/07/2023	17/08/2023	94.70

FUENTE: Elaboración propia

En esta tabla podemos demostrar los datos de las probetas sometidas a resistencia a la flexión de la muestra patrón promedio, de acuerdo a las curaciones que se tuvieron a los 7, 14 y 28 días y pudiendo verificar que este tuvo una resistencia promedio de 92.00 KN a los 28 días.

4.2.8. Evaluación de costos

Para realizar una evaluación de costos para concreto de una resistencia de 420 kg/cm², necesitamos considerar varios componentes que influyen en el costo total. Estos componentes incluyen el cemento, la arena, la grava, el agua, aditivos, acero, etc. Estas que mejoren las propiedades del concreto para alcanzar tal resistencia. También se deben considerar los costos de mano de obra y equipo.

Tabla 21: Presupuesto para concreto $F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

PARTIDAS			METRADO						
ITEM	DESCRIPCION	UN D	CAN T	LARG O	ANCH O	ALT O	Peso/ M	PARCI AL	TOTA L
1.01	CONCRETO F'C =420 KG/CM2	M3	1	0.4	0.35	3		0.42	0.42
1.02	ENCOFRADO	M2	1	1.5		3		4.5	4.5
1.03	ACERO FY = 4200 KG/CM2 G° 60	KG							54.44
	Longitudinal 5/8"		8	3			1.56	37.44	
	Estribos 3/8"		22	1.38			0.56	17	

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 22: Costo del concreto $F'c = 420 \text{ kg/cm}^2$

PRESUPUESTO TOTAL	
c.u.	PARCIAL
1002.34	420.98
77.71	349.69
6.77	368.4
S/.	1139.07

FUENTE: Elaboración propia

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de Hipótesis General

Ho: La aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes no mejorara las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

Ha: La aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes mejorara las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

Tabla 23: Prueba de normalidad resistencia a la compresión

MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	PATRON DISEÑO	,208	3	.	,992	3	,826
	(-) (-)	,218	3	.	,988	3	,786
	(+) (-)	,178	3	.	1,000	3	,959
	(-) (+)	,297	3	.	,917	3	,441
	(+) (+)	,234	3	.	,978	3	,718
	PROMEDIO	,292	3	.	,923	3	,463

Fuente: elaboración propia

Tabla 24: Prueba de normalidad resistencia a la tracción indirecta

MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA	PATRON DISEÑO	,190	3	.	,997	3	,903
	(-) (-)	,326	3	.	,873	3	,305
	(+) (-)	,270	3	.	,948	3	,562
	(-) (+)	,301	3	.	,912	3	,423
	(+) (+)	,355	3	.	,819	3	,162
	PROMEDIO	,270	3	.	,949	3	,565

Fuente: elaboración propia

Tabla 25: Prueba de normalidad resistencia a la flexión

MUESTRA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
RESISTENCIA A LA FLEXION	PATRON DISEÑO	,285	3	.	,932	3	,497
	(-) (-)	,261	3	.	,957	3	,601
	(+) (-)	,297	3	.	,917	3	,443
	(-) (+)	,216	3	.	,989	3	,797
	(+) (+)	,243	3	.	,972	3	,679
	PROMEDIO	,246	3	.	,970	3	,666

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que tenemos datos menores a 50 muestras procedemos a realizar la prueba de normalidad mediante Shapiro – Wilk, así mismo, teniendo datos mayores al 5% procedemos a determinar el tipo de datos, en este caso son datos paramétricos y/o normales, las cuales se evaluara mediante la prueba de correlación de Pearson, así mismo para las evaluaciones posteriores al tener varias muestras por analizar se desarrollara mediante la prueba de ANOVA de un factor, con las comparaciones múltiples para poder llegar a una conclusión exacta.

Tabla 26: Correlación de Pearson

		RESISTENCIA A LA COMPRESION	RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA	RESISTENCIA A LA FLEXION
RESISTENCIA A LA COMPRESION	Correlación de Pearson	1	,835**	,824**
	Sig. (bilateral)		,000	,000
	N	18	18	18
RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA	Correlación de Pearson	,835**	1	,772**
	Sig. (bilateral)	,000		,000
	N	18	18	18
RESISTENCIA A LA FLEXION	Correlación de Pearson	,824**	,772**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	
	N	18	18	18

Fuente: elaboración propia

Decisión: De acuerdo a los análisis realizados en esta presente investigación determinamos que si hay influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes para poder mejorar las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, teniendo los datos más óptimos con el diseño promedio que corresponde a 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140), siempre teniendo en cuenta factores como las dosificaciones adecuadas, los análisis de las propiedades físicas de los agregados, concluyendo que de acuerdo a la tabla 24 tenemos el índice de significancia menor al 5%, entonces definimos que se

rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, y de acuerdo a la escala de valores tenemos una correlación positiva muy fuerte.

4.3.2. Prueba de Hipótesis específica 1

Ho: La resistencia a la compresión no mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

Ha: La resistencia a la compresión mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

Tabla 27: Comparaciones múltiples resistencia a la compresión

(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON DISEÑO	(-) (-)	-2,90000	3,45313	,954	-14,4988	8,6988
	(+) (-)	-3,86667	3,45313	,864	-15,4654	7,7321
	(-) (+)	9,60000	3,45313	,129	-1,9988	21,1988
	(+) (+)	16,73333*	3,45313	,004	5,1346	28,3321
	PROMEDIO	-22,80000*	3,45313	,000	-34,3988	-11,2012
(-) (-)	PATRON DISEÑO	2,90000	3,45313	,954	-8,6988	14,4988
	(+) (-)	-,96667	3,45313	1,000	-12,5654	10,6321
	(-) (+)	12,50000*	3,45313	,032	,9012	24,0988
	(+) (+)	19,63333*	3,45313	,001	8,0346	31,2321
	PROMEDIO	-19,90000*	3,45313	,001	-31,4988	-8,3012
(+) (-)	PATRON DISEÑO	3,86667	3,45313	,864	-7,7321	15,4654
	(-) (-)	,96667	3,45313	1,000	-10,6321	12,5654
	(-) (+)	13,46667*	3,45313	,020	1,8679	25,0654
	(+) (+)	20,60000*	3,45313	,001	9,0012	32,1988
	PROMEDIO	-18,93333*	3,45313	,002	-30,5321	-7,3346
(-) (+)	PATRON DISEÑO	-9,60000	3,45313	,129	-21,1988	1,9988
	(-) (-)	-12,50000*	3,45313	,032	-24,0988	-,9012
	(+) (-)	-13,46667*	3,45313	,020	-25,0654	-1,8679

	(+) (+)	7,13333	3,45313	,364	-4,4654	18,7321
	PROMEDIO	-32,40000*	3,45313	,000	-43,9988	-20,8012
(+) (+)	PATRON DISEÑO	-16,73333*	3,45313	,004	-28,3321	-5,1346
	(-) (-)	-19,63333*	3,45313	,001	-31,2321	-8,0346
	(+) (-)	-20,60000*	3,45313	,001	-32,1988	-9,0012
	(-) (+)	-7,13333	3,45313	,364	-18,7321	4,4654
	PROMEDIO	-39,53333*	3,45313	,000	-51,1321	-27,9346
PROMEDIO	PATRON DISEÑO	22,80000*	3,45313	,000	11,2012	34,3988
	(-) (-)	19,90000*	3,45313	,001	8,3012	31,4988
	(+) (-)	18,93333*	3,45313	,002	7,3346	30,5321
	(-) (+)	32,40000*	3,45313	,000	20,8012	43,9988
	(+) (+)	39,53333*	3,45313	,000	27,9346	51,1321

Fuente: elaboración propia

Tabla 28: Descriptivos resistencia a la compresión

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
PATRON DISEÑO	3	427,5000	3,81576	2,20303	418,0211	436,9789	423,50	431,10
(-) (-)	3	430,4000	3,87427	2,23681	420,7758	440,0242	426,80	434,50
(+) (-)	3	431,3667	5,40123	3,11840	417,9493	444,7841	425,90	436,70
(-) (+)	3	417,9000	2,40208	1,38684	411,9329	423,8671	415,20	419,80
(+) (+)	3	410,7667	6,26844	3,61909	395,1950	426,3383	405,10	417,50
PROMEDIO	3	450,3000	1,87350	1,08167	445,6460	454,9540	448,80	452,40
Total	18	428,0389	13,18534	3,10781	421,4820	434,5958	405,10	452,40

Fuente: elaboración propia

Decisión: De acuerdo a los análisis realizados en esta presente investigación determinamos que si hay influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes (Z Fluidizante SR-140), para poder mejorar las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, teniendo los datos más óptimos con el diseño promedio que corresponde a 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante

SR-140), concluyendo que nuestro índice de significancia en el diseño más óptimo es menor al 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.3.3. Prueba de Hipótesis específica 2

Ho: La resistencia a la tracción indirecta no mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

Ha: La resistencia a la tracción indirecta mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023

Tabla 29: Comparaciones múltiples resistencia a la tracción indirecta

(I) MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRON DISEÑO	(-) (-)	,11000	,53937	1,000	-1,7017	1,9217
	(+) (-)	,10000	,53937	1,000	-1,7117	1,9117
	(-) (+)	3,78333*	,53937	,000	1,9716	5,5950
	(+) (+)	1,93333*	,53937	,034	,1216	3,7450
	PROMEDIO	-2,70333*	,53937	,003	-4,5150	-,8916
(-) (-)	PATRON DISEÑO	-,11000	,53937	1,000	-1,9217	1,7017
	(+) (-)	-,01000	,53937	1,000	-1,8217	1,8017
	(-) (+)	3,67333*	,53937	,000	1,8616	5,4850
	(+) (+)	1,82333*	,53937	,048	,0116	3,6350
	PROMEDIO	-2,81333*	,53937	,002	-4,6250	-1,0016
(+) (-)	PATRON DISEÑO	-,10000	,53937	1,000	-1,9117	1,7117
	(-) (-)	,01000	,53937	1,000	-1,8017	1,8217
	(-) (+)	3,68333*	,53937	,000	1,8716	5,4950
	(+) (+)	1,83333*	,53937	,047	,0216	3,6450
	PROMEDIO	-2,80333*	,53937	,002	-4,6150	-,9916
(-) (+)	PATRON DISEÑO	-3,78333*	,53937	,000	-5,5950	-1,9716

	(-) (-)	-3,67333*	,53937	,000	-5,4850	-1,8616
	(+) (-)	-3,68333*	,53937	,000	-5,4950	-1,8716
	(+) (+)	-1,85000*	,53937	,044	-3,6617	-,0383
	PROMEDIO	-6,48667*	,53937	,000	-8,2984	-4,6750
(+) (+)	PATRON DISEÑO	-1,93333*	,53937	,034	-3,7450	-,1216
	(-) (-)	-1,82333*	,53937	,048	-3,6350	-,0116
	(+) (-)	-1,83333*	,53937	,047	-3,6450	-,0216
	(-) (+)	1,85000*	,53937	,044	,0383	3,6617
	PROMEDIO	-4,63667*	,53937	,000	-6,4484	-2,8250
PROMEDIO	PATRON DISEÑO	2,70333*	,53937	,003	,8916	4,5150
	(-) (-)	2,81333*	,53937	,002	1,0016	4,6250
	(+) (-)	2,80333*	,53937	,002	,9916	4,6150
	(-) (+)	6,48667*	,53937	,000	4,6750	8,2984
	(+) (+)	4,63667*	,53937	,000	2,8250	6,4484

Fuente: elaboración propia

Tabla 30: Descriptivos resistencia a la tracción indirecta

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
PATRON DISEÑO	3	42,4333	,57073	,32951	41,0156	43,8511	41,88	43,02
(-) (-)	3	42,3233	,72224	,41699	40,5292	44,1175	41,50	42,85
(+) (-)	3	42,3333	,24132	,13932	41,7339	42,9328	42,13	42,60
(-) (+)	3	38,6500	,93215	,53818	36,3344	40,9656	37,92	39,70
(+) (+)	3	40,5000	,59102	,34122	39,0318	41,9682	39,82	40,89
PROMEDIO	3	45,1367	,70316	,40597	43,3899	46,8834	44,36	45,73
Total	18	41,8961	2,11696	,49897	40,8434	42,9489	37,92	45,73

Fuente: elaboración propia

Decisión: De acuerdo a los análisis realizados en esta presente investigación determinamos que si hay influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes (Z Fluidizante SR-140), para poder mejorar las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, teniendo los datos más óptimos con el diseño promedio que corresponde

a 0.75 kg/m³ de microfibras sintéticas y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140), concluyendo que nuestro índice de significancia en el diseño más óptimo es menor al 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.3.4. Prueba de Hipótesis específica 3

Ho: La resistencia a la flexión no mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023.

Ha: La resistencia a la flexión mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023.

Tabla 31: Comparaciones múltiples resistencia a la flexión

(I)	MUESTRA	(J) MUESTRA	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
PATRON DISEÑO	(-) (-)		2,63333	1,81404	,698	-3,4599	8,7265
	(+) (-)		6,73333*	1,81404	,028	,6401	12,8265
	(-) (+)		6,93333*	1,81404	,023	,8401	13,0265
	(+) (+)		8,70000*	1,81404	,005	2,6068	14,7932
	PROMEDIO		-4,73333	1,81404	,168	-10,8265	1,3599
(-) (-)	PATRON DISEÑO		-2,63333	1,81404	,698	-8,7265	3,4599
	(+) (-)		4,10000	1,81404	,281	-1,9932	10,1932
	(-) (+)		4,30000	1,81404	,240	-1,7932	10,3932
	(+) (+)		6,06667	1,81404	,051	-,0265	12,1599
	PROMEDIO		-7,36667*	1,81404	,015	-13,4599	-1,2735
(+) (-)	PATRON DISEÑO		-6,73333*	1,81404	,028	-12,8265	-,6401
	(-) (-)		-4,10000	1,81404	,281	-10,1932	1,9932
	(-) (+)		,20000	1,81404	1,000	-5,8932	6,2932
	(+) (+)		1,96667	1,81404	,879	-4,1265	8,0599
	PROMEDIO		-11,46667*	1,81404	,000	-17,5599	-5,3735

(-) (+)	PATRON DISEÑO	-6,93333*	1,81404	,023	-13,0265	-,8401
	(-) (-)	-4,30000	1,81404	,240	-10,3932	1,7932
	(+) (-)	-,20000	1,81404	1,000	-6,2932	5,8932
	(+) (+)	1,76667	1,81404	,918	-4,3265	7,8599
	PROMEDIO	-11,66667*	1,81404	,000	-17,7599	-5,5735
(+) (+)	PATRON DISEÑO	-8,70000*	1,81404	,005	-14,7932	-2,6068
	(-) (-)	-6,06667	1,81404	,051	-12,1599	,0265
	(+) (-)	-1,96667	1,81404	,879	-8,0599	4,1265
	(-) (+)	-1,76667	1,81404	,918	-7,8599	4,3265
	PROMEDIO	-13,43333*	1,81404	,000	-19,5265	-7,3401
PROMEDIO	PATRON DISEÑO	4,73333	1,81404	,168	-1,3599	10,8265
	(-) (-)	7,36667*	1,81404	,015	1,2735	13,4599
	(+) (-)	11,46667*	1,81404	,000	5,3735	17,5599
	(-) (+)	11,66667*	1,81404	,000	5,5735	17,7599
	(+) (+)	13,43333*	1,81404	,000	7,3401	19,5265

Fuente: elaboración propia

Tabla 32: Descriptivos resistencia a la flexión

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% de intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
PATRON DISEÑO	3	87,2667	,77675	,44845	85,3371	89,1962	86,40	87,90
(-) (-)	3	84,6333	4,03774	2,33119	74,6030	94,6636	80,20	88,10
(+) (-)	3	80,5333	1,30512	,75351	77,2912	83,7754	79,50	82,00
(-) (+)	3	80,3333	1,35769	,78387	76,9606	83,7060	78,90	81,60
(+) (+)	3	78,5667	1,72434	,99555	74,2832	82,8502	76,70	80,10
PROMEDIO	3	92,0000	2,48797	1,43643	85,8195	98,1805	89,80	94,70
Total	18	83,8889	5,14026	1,21157	81,3327	86,4451	76,70	94,70

Fuente: elaboración propia

Decisión: De acuerdo a los análisis realizados en esta presente investigación determinamos que si hay influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes (Z Fluidizante SR-140), para poder mejorar las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas

fríos, teniendo los datos más óptimos con el diseño promedio que corresponde a 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140), concluyendo que nuestro índice de significancia en el diseño más optimo es menor al 5% se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.4. Discusión de resultados

Según los autores, (Flores Álvarez & Blas Castro, 2014), en su tesis intitulada, “Influencia de la adición de microsílíce y superplastificante en las propiedades de un concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa”, menciona que utilizando microsílíce I y superplastificante I llegaron a una resistencia a la tracción indirecta optima de 42.1kg/cm², en nuestro caso con la dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140) obtuvimos una resistencia a la tracción indirecta de 45.14 kg/cm².

Según el autor (Cabanillas Guillén, 2020), en tesis intitulada “Concreto de alta resistencia, utilizando Nanosílíce y Superplastificante”, menciona que con adición de nanosílíce y superplastificante al 1.2% llegaron a una resistencia a la compresión de 500 kg/cm², y en nuestra investigación con la dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140) obtuvimos una resistencia a la compresión de 450.30 kg/cm², todos estos datos obtenidos de las muestras ensayadas a los 28 días de curado.

De acuerdo a los autores (Narrea Vilchez & Roncal Araujo, 2020), en su tesis intitulada “Aditivo superplastificante basado en copolímero para mejorar las propiedades del concreto de alta resistencia” nos menciona que con el uso de aditivo superplastificante (Sika Visco Flow) en un 0.3% llegaron a una

resistencia de 61 MPa, en esta investigación con la dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibras sintéticas y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140) obtuvimos una resistencia a la compresión de 44.16 MPa, todos estos datos obtenidos de las muestras ensayadas a los 28 días de curado.

CONCLUSIONES

- La influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes estuvo en benéfico ya que se mejoró las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023.
- El mejoramiento de la resistencia a la compresión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes si alcanzo para que este pueda ser un concreto de alta resistencia elaborado en climas fríos, ya que con la dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140) obtuvimos una resistencia a la compresión de 450.30 kg/cm² a los 28 días de curado este resultado optimo por encima con un 5.3% con respecto a la muestra patrón general.
- El mejoramiento de la resistencia a la tracción indirecta con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes si alcanzo para que este pueda ser un concreto de alta resistencia elaborado en climas fríos ya que con la dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140) obtuvimos una resistencia a la compresión de 45.14 kg/cm² a los 28 días de curado este resultado optimo por encima con un 6.7% con respecto a la muestra patrón general.
- El mejoramiento de la resistencia a la flexión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes si alcanzo para que este pueda ser un concreto de alta resistencia elaborado en climas fríos ya que con la dosificación de 0.75 kg/m³ de microfibra sintética y 1% de superplastificante (Z Fluidizante SR-140) obtuvimos una resistencia a la compresión de 92 KN a los 28 días de curado este resultado optimo por encima con un 4.73% con respecto a la muestra patrón general.

RECOMENDACIONES

- Para realizar un buen diseño de mezclas, recomendamos realizar diferentes diseños de pruebas para poder determinar cuál de estos diseños ofrece mejores resultados a la vez analizar cuál de ellos es el más económico.
- Se recomienda el uso de la microfibrá sintética y superplastificante a la hora de realizar concretos de alta resistencia, debido a que la relación agua cemento es baja.
- Tener un estricto control en la cantidad de superplastificante a utilizarse en los diseños de mezclas del concreto de alta resistencia, se recomienda antes de utilizar estos superplastificantes en obra hacer ensayos en laboratorio para la cantidad óptima a utilizarse.
- Se recomienda el uso de guantes, mascarillas y lentes de protección cuando se está trabajando con la microfibrá sintética para evitar cualquier evento que cause daños a la salud de los operadores.
- El uso de superplastificante permite mayor tiempo de mezclados y colocación; sin embargo, es importante tener en cuenta los riesgos del retemplado por inicio del proceso de fraguado y/o exceso de mezclado.
- Se recomienda la adquisición de briquetas de 4 x 8 pulg. que cumplan la norma técnica correspondiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquire Salas, E. J., & Meneses Ticona, R. M. (2022). Evaluación del concreto en un pavimento rígido con la incorporación de fibra de polipropileno en la ciudad de Puno - 2022. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Callao. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022
- Cruz Paye , S. (2017). Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por microsílíce utilizando aditivo superplastificante en la región de Puno. Tesis de Pregrado, Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez, Juliaca. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022
- Diaz Artega, L., & Torres Montero, J. (2020). Análisis de diferentes dosis de aditivos superplastificantes en las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico con base a diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso tipo silíceo. Tesis de Pregrado, Universidad de Cartagena, Cartagena. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022
- Garcia Alonso, J. O. (2020). Análisis del comportamiento del concreto de alta resistencia adicionando microsílíce y aditivo superplastificante para determinar sus propiedades físico – mecánica, Lima - 2020. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022
- Guere Rivera, J. A. (2020). Análisis del optimo concreto a fin de mejorar sus comportamiento físico y mecánico a bajas temperaturas en el distrito de Chaupimarca – Pasco 2019. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huanuco. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022

- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio , M. d. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). Mexico D.F., Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado el 15 de Agosto de 2021
- HUARICANCHA CRISTOBAL, N. L. (2018). Influencia de la temperatura ambiente en la resistencia a la compresión del concreto $F'C=210$ Kg/cm² en más de 4380 m.s.n.m., Yanacancha - Pasco. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Pasco, Cerro de Pasco. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022
- Oliva Rivera, M. A., & Torres Cedron, L. J. (2022). Incidencia de micro materiales reactivos industriales en las características físico – mecánicas de los concretos de alta resistencia. Tesis de ´Pregrado, Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias. Recuperado el 10 de Diciembre de 2022
- Rodriguez Custodio, A. (2018). Beneficios al incorporar aditivo plastificante e incorporador de aire en ele concreto en la ejecución de proyectos de pistas y veredas del distrito de Vicco- Pasco. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Cerro de Pasco. Recuperado el 12 de Diciembre de 2022

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
ENSAYOS EN LABORATORIOS



CARACTERIZACION

REFERENCIA
SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO
UBICACIÓN
FECHA

1.0 DE LOS MATERIALES

1.1 Cemento:

1.2 Agregado Fino:

1.3 Agregado Grueso:

1.4 Docificación de mezcla de concreto:

1.5 Agua:

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎️ (063) 422197

✉️ rectorado@undac.edu.pe

✉️ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTES

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

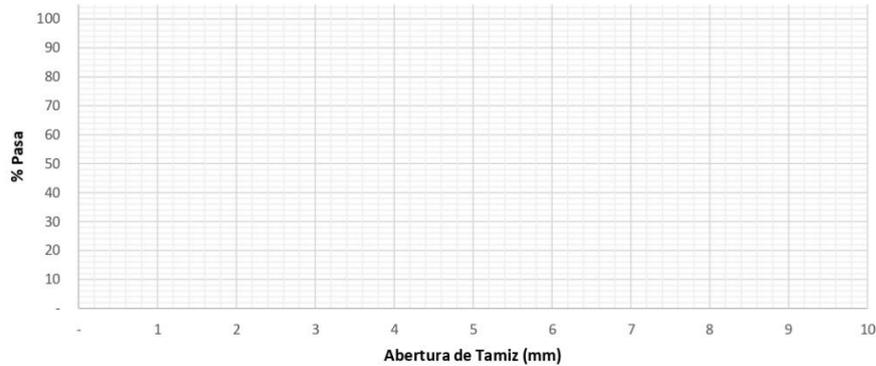
UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500							
N° 4	4.750							
N° 8	2.360							
N° 16	1.180							
N° 30	0.600							
N° 50	0.300							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
FONDO	-							
		0.000	0.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							-	

Curva Granulometrica de Agregado Fino



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC
La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTES

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

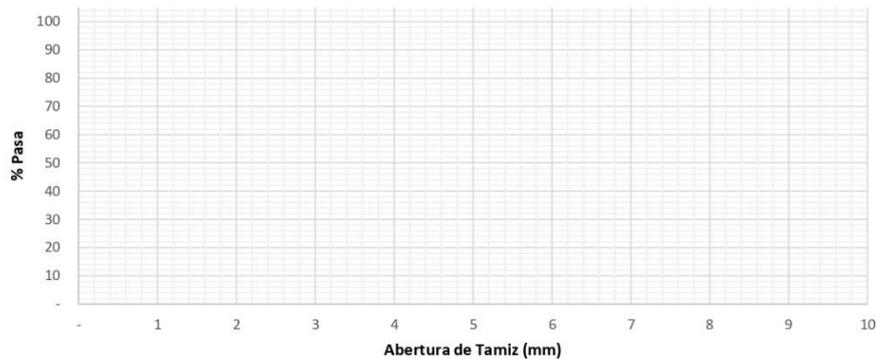
UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		
						Minimo	Maximo	
3/8"	9.500							
N° 4	4.750							
N° 8	2.360							
N° 16	1.180							
N° 30	0.600							
N° 50	0.300							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
FONDO	-							
		0.000	0.000					
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:							3/8"	
MODULO DE FINURA:							-	

Curva Granulometrica de Agregado Fino



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC
La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg				
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg				
Peso del recipiente	kg				
Peso de muestra en estado suelto	kg				
Peso de muestra en estado compactado	kg				
volumen del recipiente	m3				
Peso unitario suelto	kg/m3				
Peso unitario compactado	kg/m3				

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC
La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

(063) 422197

rectorado@undac.edu.pe

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

MATERIAL

UBICACIÓN

FECHA

RESULTADOS DEL ENSAYO

DESCRIPCION	UND	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr				
Peso del pignometro lleno de agua	gr				
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr				
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr				
Peso especifico aparente	gr/cm ³				
Peso especifico aparente (SSS)	gr/cm ³				
Peso especifico masa seca	gr/cm ³				
Absorcion	%				

Observaciones:

- 1). La muestra del material fue proporcionada por el solicitante.
- 2). La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el solicitante.

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC
La calidad es nuestro compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE
 ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C39/NTP 339.034**

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACIÓN

FECHA

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (cm)	ALTURA ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (cm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	VELOCIDAD DE ESFUERZO (kg/f)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	% RESIST. ROTURA	TIPO DE ROTURA

Tipo 1
Comportamiento homogéneo. Las especímenes fallan a un punto de 28 días (1 mes).

Tipo 2
Comportamiento homogéneo. Las especímenes fallan a un punto de 28 días (1 mes).

Tipo 3
Fisuras verticales a través de arribos mal formados.

Tipo 4
Fisuras diagonales de los arribos de, con un ángulo de 45°.

Tipo 5
Pruebas con los lados o arribos (concreto) o abarros.

Tipo 6
Similares al Tipo 6. El cilindro es parangado.

NOTAS:

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



La calidad es nuestra compromiso

AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

rectorado@undac.edu.pe

(063) 422197

undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA DE CILINDROS
ESTANDARES DE CONCRETO MTC E 708/ASTM C 496

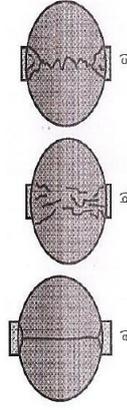
REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos
 SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO
 UBICACIÓN
 FECHA

1. PROBETAS DE CONCRETO CILINDRICAS = 4" DIAMETRO; 8" ALTURA

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIAMETRO ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	LONG. DE ESPESIMEN (mm)	AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA DE CONCRETO (N/mm ²)	RESISTENCIA DE CONCRETO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	DEFECTO



NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestro compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON
EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA EN EL CENTRO DEL TRAMO NTP 339.079-2001

REFERENCIA : Laboratorio de mecanica de suelos, concreto y pavimentos

SOLICITANTE

TESIS

ASUNTO

UBICACION

FECHA

1. PROBETAS DE DE VIGAS DE CONCRETO 0.15 x 0.15 x 0.55

CODIGO	ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD ESPESIMEN PROMEDIO (mm)	ANCHO DE ESPESIMEN (mm)	ALTURA DE ESPESIMEN (mm)	CARGA MAXIMA (kN)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	DISTANCIA A LA FRACTURA (X) = (mm)

OBSERVACIONES:

NOTAS:

- 1). Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio
- 2). Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

UNDAC

La calidad es nuestra compromiso

📍 AV. Los Proceres N° 703, Pasco.

☎ (063) 422197

✉ rectorado@undac.edu.pe

✉ undac.edu.pe

TITULO: Influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023.									
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA			
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable D.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	METODO DE INVESTIGACION: Científico			
¿Cómo influye la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?	Determinar la influencia de la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023	La aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes mejorara en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023	Propiedades de concreto de alta resistencia		Resistencia a la tracción indirecta (kgcm ²)	DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental			
					Resistencia a la flexión (kn)	TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada			
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable I.			ENFOQUE DE INVESTIGACION: Cuantitativo			
¿Cuál será el mejoramiento de la resistencia a la compresión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?	Determinar el mejoramiento de la resistencia a la compresión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023	La resistencia a la compresión mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023	Microfibras sintéticas y superplastificantes.	Dosificación	Microfibras Sintética de 0.5, 0.75 y 1 kg/m ³ superplastificantes de 0.75%, 1.0%, y 1.25%	NIVEL DE INVESTIGACION: Explicativa			
¿Cuál será el mejoramiento de la resistencia a la tracción indirecta con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?	Determinar el mejoramiento de la resistencia a la tracción indirecta con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023	La resistencia a la tracción indirecta mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023							POBLACION: 162 muestras
¿Cuál será el mejoramiento de la resistencia a la flexión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023?	Determinar el mejoramiento de la resistencia a la flexión con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023	La resistencia a la flexión mejorara con la aplicación de microfibras sintéticas y superplastificantes en las propiedades de concretos de alta resistencia elaborado en climas fríos, Pasco – 2023							MUESTRA: 54 probetas para resistencia a la compresión 54 probetas para resistencia a la tracción indirecta 54 Vigas para resistencia a la flexión.

FUENTE: Elaboración propia

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01. Ensayos de las propiedades físicas de los agregados.



Fotografía 02. Ensayos de las propiedades físicas de los agregados.



Fotografía 03. Proceso de obtención del contenido de humedad de los agregados



Fotografía 04. Proceso de ensayo de la granulometría de los agregados



Fotografía 05. Proceso de ensayo de la granulometría de los agregados



Fotografía 06. Proceso de dosificación de los agregados para el diseño de mezcla



Fotografía 07. Proceso de dosificación de los agregados para el diseño de mezcla



Fotografía 08. Proceso de elaboración de las probetas y vigas de concreto



Fotografía 09. Proceso de medición del asentamiento de la mezcla de concreto



Fotografía 10. Proceso de elaboración de las probetas y vigas de concreto



Fotografía 11. Proceso de curado de las probetas y vigas de concreto.



Fotografía 12. Proceso de curado de las probetas y vigas de concreto.



Fotografía 13. Proceso de curado de las probetas y vigas de concreto.



Fotografía 14. Proceso de curado de las probetas y vigas de concreto.



Fotografía 15. Proceso de toma de datos como medidas y peso de las probetas de concreto



Fotografía 16. Proceso de toma de datos como medidas y peso de las probetas de concreto



Fotografía 17. Ensayo a la compresión de las probetas de concreto



Fotografía 18. Ensayo a la compresión de las probetas de concreto



Fotografía 19. Ensayo a la compresión de las probetas de concreto



Fotografía 20. Ensayo a la compresión de las probetas de concreto



Fotografía 21. Ensayo a la tracción indirecta de las probetas de concreto



Fotografía 22. Ensayo a la tracción indirecta de las probetas de concreto



Fotografía 23. Ensayo a la tracción indirecta de las probetas de concreto



Fotografía 24. Ensayo a la tracción indirecta de las probetas de concreto



Fotografía 25. Ensayo a la flexión de las vigas de concreto



Fotografía 26. Ensayo a la flexión de las vigas de concreto



Fotografía 27. Ensayo a la flexión de las vigas de concreto



Fotografía 28. Ensayo a la flexión de las vigas de concreto