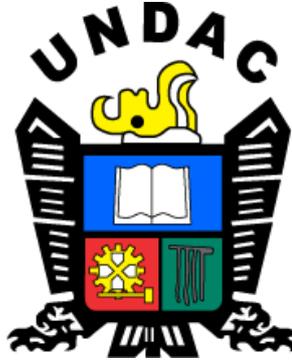


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Fabricación de concreto $f'c$ 210kg/cm² con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante,
Pasco – 2024**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

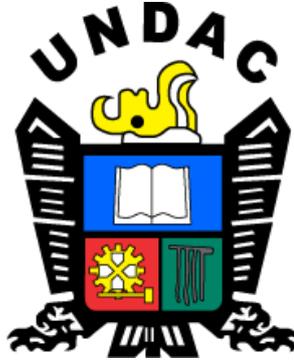
Bach. Erik Iván VARGAS ESTRADA

Asesor:

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA

Cerro de Pasco - Perú – 2024

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



T E S I S

**Fabricación de concreto $f'c$ 210kg/cm² con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante,
Pasco – 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
PRESIDENTE

Mg. Eusebio ROQUE HUAMÁN
MIEMBRO

Mg. José Germán RAMÍREZ MEDRANO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 090-2024-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:

**Fabricación de concreto f'c 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas,
fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo
hiperplastificante, Pasco – 2024**

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. VARGAS ESTRADA, Erik Iván

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr, CONDOR GARCÍA, Hildebrando Anival

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

27 %

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 06 de marzo del 2024


Luis Villar Reguis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A mis padres, cuyo amor y sacrificios han sido la fuerza impulsora detrás de cada paso que he dado en este viaje académico. Gracias por creer en mí, por alentarme en los momentos difíciles y por ser la luz que guía mi camino. Este logro no solo es mío, sino también de ustedes, quienes han sido los arquitectos silenciosos de mis sueños.

A mis hermanos, fuente constante de inspiración y apoyo. Ustedes han sido mi equipo, mi fuerza motriz y mis cómplices en cada etapa. Gracias por celebrar mis victorias y sostenerme en mis derrotas.

Y a todas las personas que, de alguna manera, han influido en mi vida académica. Este logro no es solo mío, sino también de aquellos que han dejado huella en mi camino. A los profesionales que compartieron su experiencia, a los compañeros que colaboraron y a cada persona que creyó en mi potencial: este logro es nuestro.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que desinteresadamente contribuyeron a la culminación exitosa de esta investigación. Este logro es el resultado de un esfuerzo colectivo, y cada contribución ha dejado una huella imborrable en mi experiencia académica.

En primer lugar, agradezco a mis mentores y profesores, quienes no solo proporcionaron conocimientos expertos, sino que también dedicaron tiempo y energía para guiarme a lo largo de este proceso. Su compromiso con mi desarrollo académico ha sido invaluable.

Mi familia merece un reconocimiento especial por su apoyo constante. A mis padres, cuyo sacrificio y amor han sido la fuerza impulsora detrás de mis logros, y a mis hermanos, quienes han sido fuentes inagotables de inspiración.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basa en determinar el aumento de la resistencia del concreto usando como agregado fino la arenisca cuarzosa cuando se le adicionan cargas que actúan sobre ellas. Esta investigación consiste en incrementar la resistencia del concreto convencional utilizando como agregado fino la arenisca cuarzosa y se enfoca en determinar la dosificación óptima de agregados de areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y un aditivo hiperplastificante para lograr una resistencia a compresión de 210 kg/cm² en el concreto. Se llevan a cabo pruebas exhaustivas para evaluar las propiedades mecánicas y físicas del concreto modificado, lo que revela mejoras significativas en la resistencia mecánica en comparación con el concreto convencional. Además, se realiza un análisis detallado del impacto ambiental y económico asociado con la incorporación de materiales reciclados y aditivos innovadores en la fabricación de concreto de alta resistencia. Los resultados obtenidos proporcionan valiosa información para la industria de la construcción, resaltando la viabilidad y las ventajas de adoptar prácticas más sostenibles en la producción de concreto. Este estudio contribuye al conocimiento y la implementación de métodos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente en la industria de la construcción.

Palabras clave: arenisca cuarzosa, incremento de resistencia, Fibras de polipropileno, propiedades mecánicas, mascarillas faciales, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The present research work is based on determining the increase in the strength of concrete using quartz sandstone as fine aggregate when acting loads are added to it. This research consists of increasing the strength of conventional concrete using quartz sandstone as fine aggregate and focuses on determining the optimum dosage of quartz sandstone aggregates, recycled polypropylene fibers from face masks and a hyper plasticizing admixture to achieve a compressive strength of 210 kg/cm² in concrete. Extensive tests are conducted to evaluate the mechanical and physical properties of the modified concrete, revealing significant improvements in mechanical strength compared to conventional concrete. In addition, a detailed analysis of the environmental and economic impact associated with the incorporation of recycled materials and innovative admixtures in the manufacture of high-strength concrete is performed. The results obtained provide valuable information for the construction industry, highlighting the feasibility and advantages of adopting more sustainable practices in concrete production. This study contributes to the knowledge and implementation of more efficient and environmentally friendly methods in the construction industry.

Keywords: quartz sandstone, strength increase, polypropylene fibers, mechanical properties, face masks, compressive strength.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una creciente tendencia hacia la construcción de hogares, negocios y edificaciones con materiales sustentables que proporcionen un mayor confort y eficiencia energética. Entre estos materiales, el concreto ocupa un lugar destacado debido a su versatilidad y durabilidad. Sin embargo, el aumento en la demanda de espacios y el crecimiento acelerado del sector de la construcción, especialmente en Lima y en nuestro país en general, ha generado un incremento significativo en el uso de concreto.

El concreto representa una de las partidas de mayor costo en el presupuesto para la construcción de una edificación, lo que resalta la importancia de optimizar su uso y buscar alternativas que sean económicamente viables y sostenibles a largo plazo. En este contexto, es fundamental explorar nuevas tecnologías y prácticas constructivas que permitan reducir el consumo de concreto sin comprometer la calidad y la seguridad de las estructuras, así como buscar la incorporación de materiales reciclados o de bajo impacto ambiental en la producción de concreto, contribuyendo así a la sostenibilidad del sector de la construcción.

En los últimos años, se ha observado una creciente necesidad en la industria de la construcción de optimizar la producción y el uso de recursos. En respuesta a esta demanda, resulta oportuno desarrollar tecnologías que permitan mejorar las propiedades plásticas y mecánicas del concreto, uno de los materiales más utilizados en la construcción.

Una forma eficaz de lograr esta optimización es mediante la modificación de las propiedades del concreto mediante la adición de aditivos, comúnmente en forma líquida, y/o la incorporación de fibras sintéticas durante su dosificación. Estos aditivos y fibras pueden mejorar la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad del concreto, lo que

permite reducir el consumo de materiales sin comprometer la calidad y la seguridad de las estructuras.

Al desarrollar y aplicar estas tecnologías, no solo se logra una mayor eficiencia en la producción de concreto, sino que también se contribuye a la sostenibilidad del sector de la construcción al reducir el desperdicio de materiales y minimizar el impacto ambiental. Asimismo, se promueve la innovación en la industria y se fomenta el uso responsable de los recursos naturales.

En el presente proyecto a investigar haremos énfasis en el área de la construcción de la ingeniería civil, específicamente en la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con resistencia de $f'c = 210 \text{ /Kgcm}^2$; posteriormente se procederá a realizar 3 diseños de mezcla variando el agregado fino arenisca cuarzosa, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y hiperplastificante ; buscando nuevas propuestas de agregados que puedan mejorar el concreto convencional y sobre todo haciendo uso de este material reciclado obteniendo beneficios en el campo estructural, así como en el cuidado del medio ambiente. Estudiaremos el comportamiento del concreto, añadiendo fibras de polipropileno reciclado, mejorando sus propiedades tanto físicas como mecánicas. Para ello es necesario analizar y obtener resultados basados en tablas comparativas que muestren el comportamiento de la mezcla del concreto correspondiente con una variación de agregado fino arenisca cuarzosa y dosificaciones de fibras de polipropileno.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.	2
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problemas Específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la investigación.....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	6
2.2.	Bases teóricas – científicas.....	11
2.2.1.	Arenisca.....	11
2.2.2.	Cuarzo.....	11

2.2.3.	Fibras de Polipropileno.....	12
2.2.4.	Mascarillas faciales de polipropileno.	13
2.2.5.	El cemento.	13
2.2.6.	Agregado.....	14
2.2.7.	Agua.....	16
2.2.8.	Aditivos.....	17
2.2.9.	Fibras sintéticas.....	18
2.2.10.	Propiedades de los materiales.....	18
2.2.11.	Propiedades resistentes	22
2.2.12.	Ensayo de laboratorio	25
2.2.13.	Concreto.....	31
2.3.	Definición de términos básicos.....	36
2.4.	Formulación de hipótesis	37
2.4.1.	Hipótesis general.....	37
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	37
2.5.	Identificación de las variables	38
2.5.1.	Variables independientes.....	38
2.5.2.	Variables dependientes.....	38
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.	39

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación	40
3.1.1.	De acuerdo a los propósitos que se persigue:	40
3.1.2.	De acuerdo a los datos manipulados en el experimento:	40
3.2.	Nivel de investigación	40

3.3.	Métodos de investigación.	40
3.4.	Diseño de investigación.	41
3.5.	Población y muestra.	41
3.5.1.	Población.	41
3.5.2.	Muestra.	42
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	42
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos.	42
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.	42
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	43
3.8.	Tratamiento estadístico.	43
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.	43

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo.	45
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.	46
4.2.1.	Análisis Granulométrico del Agregado fino Arenisca cuarzosa.	46
4.2.2.	Contenido de Humedad del Agregado Fino Arenisca Cuarzosa.	47
4.2.3.	Determinación del Peso Unitario del Agregado Fino Arenisca Cuarzosa.	47
4.2.4.	Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado fino.	48
4.2.5.	Proporción de aditivos.	48
4.2.6.	Diseño De Mezcla Del Concreto Método Del ACI 211.	49
4.2.7.	Método de Prueba Estándar para la Resistencia.	51
4.3.	Prueba de Hipótesis.	58
4.3.1.	Contrastación de Hipótesis.	59

4.3.2. Conclusión estadística:	60
4.4. Discusión de resultados.	60

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resistencia a la compresión axial de rocas empleadas en la construcción.	23
Tabla 2: Modulo de elasticidad de las rocas.....	25
Tabla 3: Granulometría para el agregado.	26
Tabla 4: Pesos mínimos para el ensayo de la muestra de agregado grueso.	27
Tabla 5: Operacionalización de Variables.....	39
Tabla 6: Análisis de Granulometría de la Arenisca Cuarzosa.....	46
Tabla 7: Contenido de humedad.....	47
Tabla 8: Análisis de Peso Unitario Suelto.....	48
Tabla 9: Análisis de Peso Unitario Compactado.....	48
Tabla 10: Análisis de Peso Específico y absorción.	48
Tabla 11: Diseño de mezcla N° 1.....	51
Tabla 12: Diseño de mezcla N° 2.....	51
Tabla 13: Diseño de mezcla N° 3.....	51
Tabla 14: Resumen de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	52
Tabla 15: Resumen de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	54
Tabla 16: Resumen de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	56
Tabla 17: Prueba de normalidad.....	58
Tabla 18: Resumen estadístico.	59
Tabla 19: Correlación de Pearson para contrastación de hipótesis.	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 2: Curva Granulométrica de la Arenisca Cuarzosa	47
Figura 3: Diseño de mezcla.	50

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2: Resistencia a compresión de probetas de concreto.	53
Gráfico 3: Resistencia a compresión de probetas de concreto.	55
Gráfico 4: Resistencia a compresión de probetas de concreto.	57

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la actualidad, existe una tendencia creciente hacia la construcción de hogares, negocios y edificaciones utilizando materiales que sean sostenibles y que ofrezcan un mayor confort. Entre estos materiales, el concreto se destaca como uno de los más utilizados debido a sus propiedades versátiles y duraderas. El aumento en la demanda de espacios y el rápido crecimiento del sector de la construcción, especialmente en áreas urbanas como Lima, ha resultado en un incremento significativo en la utilización del concreto.

Sin embargo, es importante destacar que el concreto representa una de las partidas de mayor costo en el presupuesto para la construcción de una edificación. Esto ha generado un interés creciente en la búsqueda de alternativas que permitan reducir los costos asociados con el uso del concreto, al mismo tiempo que se mantienen o mejoran sus propiedades de sostenibilidad y confort. En este contexto, se exploran constantemente nuevas tecnologías y prácticas de construcción que promueven el uso eficiente de materiales, la optimización de

procesos y la reducción del impacto ambiental, contribuyendo así a la construcción de edificaciones más sostenibles y amigables con el entorno.

1.2. Delimitación de la investigación.

El proceso de investigación se centra en varias etapas fundamentales. En primer lugar, se lleva a cabo una exhaustiva recopilación de información relevante relacionada con la elaboración de concreto utilizando arenisca cuarzosa como agregado. Esta etapa implica la revisión de literatura especializada, normativas técnicas y experiencias previas en el campo.

Posteriormente, se procede al análisis detallado de la información recopilada, con el objetivo de identificar un aditivo potencial y fibras de polipropileno recicladas que puedan mejorar las propiedades del concreto. Esta fase implica evaluar diferentes opciones disponibles en el mercado y determinar su viabilidad técnica y económica para su inclusión en la mezcla de concreto.

Una vez seleccionados los aditivos y fibras adecuados, se procede a la elaboración de muestras de concreto, las cuales son sometidas a pruebas de resistencia y trabajabilidad. Estas pruebas permiten evaluar el desempeño del concreto en condiciones reales y determinar su idoneidad para aplicaciones específicas en las zonas altoandinas del Perú.

Finalmente, se realiza un estudio exhaustivo de viabilidad técnica y económica, considerando aspectos como la disponibilidad de materiales, costos de producción, y la factibilidad de implementación en condiciones locales. Los resultados de este estudio se presentan de manera clara y detallada, proporcionando información útil para la toma de decisiones en el ámbito de la construcción en las zonas altoandinas del Perú."

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influencia de la arenisca cuarzosa triturada utilizado como reemplazo del agregado fino ayudara al incremento de la resistencia a compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Cerro de Pasco-2024?

1.3.2. Problemas Específicos.

- ¿Cómo afecta la adición de fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales a la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210kg/cm^2 con areniscas cuarzosas, Pasco-2024?
- ¿Cuál es la influencia de la utilización de arenisca cuarzosa como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto con resistencia nominal $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Pasco-2024?
- ¿Cuál es la dosificación óptima de los componentes (arenisca cuarzosa, aditivo hiperplastificante y fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales) en la fabricación de concreto con resistencia nominal $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Pasco-2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la arenisca cuarzosa triturada utilizado como reemplazo del agregado fino ayudara al incremento de la resistencia a compresión del concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Cerro de Pasco, 2024.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el impacto de la adición de fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales a la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210kg/cm^2 con areniscas cuarzosas, Pasco-2024.

- Determinar la influencia de la utilización de arenisca cuarzosa como reemplazo parcial del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto con resistencia nominal $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Pasco-2024.
- Determinar la dosificación óptima de los componentes (arenisca cuarzosa, aditivo hiperplastificante y fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales) en la fabricación de concreto con resistencia nominal $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Pasco-2024.

1.5. Justificación de la investigación.

La presente investigación exploratoria tiene como objetivo principal determinar el impacto de la incorporación de piedra arenisca cuarzosa triturada, hiperplastificante y fibras de polipropileno recicladas como agregado fino en la resistencia del concreto. Este estudio se basará en ensayos de Compresión Axial, los cuales serán comparados con un concreto tradicional de características similares.

Los resultados obtenidos de esta investigación proporcionarán información crucial sobre el potencial de estos materiales alternativos para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, particularmente en términos de resistencia a la compresión. Además, esta investigación contribuirá al campo de la Tecnología del Concreto al ampliar el conocimiento sobre el uso de materiales alternativos y su efecto en las propiedades del concreto.

En última instancia, los hallazgos de esta investigación servirán como base sólida para futuros estudios en el campo de la ingeniería civil y la construcción, ofreciendo nuevas perspectivas y posibles aplicaciones en la industria del concreto. Por lo tanto, la presente investigación se justifica como un

paso crucial para avanzar en el desarrollo y la innovación en el ámbito del concreto y sus aplicaciones prácticas.

1.6. Limitaciones de la investigación.

Durante el proceso de investigación, se enfrentaron diversas dificultades que, afortunadamente, pudieron superarse con dedicación y esfuerzo, lo que ha permitido obtener resultados significativos en este tema.

Para llevar a cabo este proyecto de investigación, se optó por financiarlo con recursos propios, lo que implicó un compromiso adicional, pero garantizó la autonomía y la posibilidad de avanzar en el estudio sin depender de fuentes externas. Estos recursos se destinaron tanto para la realización de los ensayos como para la adquisición de los materiales necesarios, asegurando así la calidad y precisión de los resultados obtenidos.

Los ensayos se llevaron a cabo siguiendo una rigurosa programación, la cual permitió organizar y ejecutar las pruebas necesarias en los momentos adecuados. Específicamente, se realizaron ensayos a los 7, 14 y 28 días, abarcando un período desde enero hasta marzo del 2024. Esta planificación detallada aseguró la recopilación de datos a lo largo del tiempo necesario para obtener una visión completa y precisa de la evolución de las propiedades del concreto bajo estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

- Según Díaz, C., Benítez, E., Ortiz, J. (2019), nos dice que en Paraguay se ha realizado investigaciones utilizando la arenisca cuarcítica emboscada como agregado en la elaboración de hormigones de mezcla asfáltica, la cual ha tenido mejores resultados que los convencionales , presentado mayor resistencia a la compresión axial en los ensayos a los 7, 14 y 28 días, además de presentan mayor estabilidad que los dosificados convencionales y mayor fluencia, además se han realizado proyectos utilizando esta tecnología tales como : la pavimentación de la ruta N°3, gral. Elizardo Aquino Acceso Norte a Asunción, Tramos Limpio Emboscada.
- Según Cárdenas (2020), nos dice que, en el sur de Bogotá, la litología de la zona está caracterizada por bancos de areniscas de diferentes características granulométricas, de diversas formas y coles, por lo cual dependiendo de ello se utiliza para material de triturado, rocas de enchape u ornamentación.

Las areniscas arcillosas son utilizadas para material granular de compactación y las cuarzosas como agregado para hormigón.

No se encontraron estudios sobre agregados de Arenisca cuarzosa en la elaboración de concretos. Sin embargo, los depósitos de arenisca cuarzo en el Perú, sin embargo, hay estudios relacionados con incremento de la resistencia de concreto con otros materiales tales como, Piedra caliza tritura lavada y sin lavar, fibra de carbono, bagazo de caña de azúcar, vidrios molidos, etc.

- Llatas (2019) nos menciona que la resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada de la cantera Otuzco Mirador incrementa la resistencia de diseño, el esfuerzo máximo 5.29%, y que la resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada sin lavar de la cantera Otuzco Mirador disminuye la resistencia de diseño, el esfuerzo máximo 13.86%.
- Chávez (2019) analizó la influencia de vidrio molido de la malla #8, observando que no hay influencia significativa a los 28 días de edad, es decir, los valores de resistencia del concreto con vidrio y concreto patrón no tienen gran diferencia; sin embargo, destaca positivamente el 60% de vidrio molido de esta malla, el cual generó un pequeño aumento obteniéndose a los 7 días una resistencia de 205 kg/cm² y a los 28 días 249 kg/cm², comparado con la resistencia patrón a los 7 y 28 días de 190 kg/cm² y 239 kg/cm² respectivamente.
- Contreras (2020) demuestra que la incorporación de ceniza volante de carbón para influenciar en la resistencia a la compresión de un concreto

requiere de una dosificación que se encuentra entre el 1.5% y 6%, para generar un aumento significativo, lo que quiere decir que una estructura puede resistir mucha más carga para la que fue diseñada antes del colapso. En cuanto a la permeabilidad la dosificación óptima está por encima del 6%, sin embargo, las dosificaciones utilizadas fueron de gran incidencia, ya que genera una disminución considerable en la permeabilidad de un concreto.

- SANES (2021), en su tesis desarrollada tuvo como objetivo determinar las mejoras económicas como la factibilidad técnica de las microfibras de polipropileno adicionando a la mezcla del concreto, que luego de haber realizado los ensayos obtiene como resultados, que el concreto de $f'c=3000$ psi, las muestras a los ensayos para la resistencia en la compresión añadiendo fibra al 1% y 4% con 7 días de haber sido curado alcanzó valores de 2051.61 psi y 2458.80 psi respectivamente en relación a la muestra de control (2230.40 psi) y con 28 días haber sido curado alcanzó valores de 2902.98 psi y 3113.57 psi respectivamente en relación a la muestra de control (3017.75 psi), por otra parte el concreto al ensayo de tracción alcanzaron valores de 277.50 psi y 277.70 psi con respecto al concreto (241.80 psi); y para concreto de $f'c=4000$ psi, la mezcla en los ensayos que realizó para compresión adicionando el 1%, 4% aplicado en 7 días de curado alcanzó valores de 2894.09 psi y 3168.54 psi respectivamente en relación a la muestra de control (2894.08 psi) y luego de 28 días de haber sido curado alcanzó valores de 3958.46 psi y 4147.11 psi respectivamente en relación a la muestra de control (3968.45 psi), por otra parte el concreto al ensayo de tracción alcanzaron valores de 383.15 psi y 375.50 psi en

relación al concreto (355.40 psi), donde la investigación concluye afirmando que existe una variación positiva incrementándose las resistencias sean estas tracción y compresión añadiendo fibras de polipropileno.

- Carhuapoma (2020) en su proyecto "efecto de las fibras de polipropileno para concretos de resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², elaborados con agregados de la cantera de Cochamarca – Pasco", El presente trabajo de investigación experimental tiene como objetivo determinar el efecto que tienen las fibras de polipropileno al adicionar al concreto y determinar el porcentaje adecuado de adición de fibra para lograr una mayor resistencia a la compresión en comparación con la muestra estándar. En los ensayos del concreto 210 kg/cm² se ha podido encontrar que la resistencia a la compresión a los 7 días son: en la muestra estándar sin agregado de fibra de polipropileno la resistencia a la 5 compresión es de 177.91 kg/cm², agregando 2kg/m³ de fibra de polipropileno es de 177.04 kg/cm², agregando 5kg/m³ de fibra de polipropileno es de 180.56 kg/cm², agregando 9kg/m³ de fibra de polipropileno es de 187.77 kg/cm²; la resistencia a la compresión a los 14 días son: en la muestra estándar sin agregado de fibra de polipropileno la resistencia a la compresión es de 188.41 kg/cm², agregando 2kg/m³ de fibra de polipropileno es de 205.84 kg/cm², agregando 5kg/m³ de fibra de polipropileno es de 213.28 kg/cm², agregando 9kg/m³ de fibra de polipropileno es de 231.40 kg/cm²; la resistencia a la compresión a los 28 días son: en la muestra estándar sin agregado de fibra de polipropileno la resistencia a la compresión es de 234.52 kg/cm², agregando 2kg/m³ de

fibra de polipropileno es de 253.73 kg/cm², agregando 5kg/m³ de fibra de polipropileno es de 259.10 kg/cm², agregando 9kg/m³ de fibra de polipropileno es de 262.73 kg/cm². En conclusión, la dosificación que nos arroja la resistencia a la compresión más alta a los 28 días es la muestra que tiene 9kg/m³ de fibra de polipropileno, aumentando en un 12.03% la resistencia a la compresión comparando con la muestra estándar sin fibras de polipropileno.

- Silipu y Saldaña (2019) en “Efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico mecánico de un concreto convencional para pavimentos rígidos utilizando cemento qhuna, trujillo - la libertad 2018”, planteó como objetivo identificar las consecuencias en las propiedades físicas y mecánicas que alcanzaría el concreto mejorado mediante fibras de polipropileno SikaFiberPE comparado con un concreto de tipo estándar, se utilizó cemento de la marca Qhuna para pavimentos rígidos. En los ensayos del concreto $f'c=280$ kg/cm² se ha podido encontrar a los 28 días, que el diseño patrón, diseño con adición del 0.03%, con adición del 0.06% y con adición del 0.10% de fibra de polipropileno SikaFiberPE; tienen una resistencia a la compresión de 356 kg/cm², 363 kg/cm², 371 kg/cm², 384 kg/cm² respectivamente; una resistencia a la tracción indirecta de 19.70 kg/cm², 26.70 kg/cm², 30.30 kg/cm², 31.20 kg/cm² respectivamente y resistencia a la flexión de 48.30 kg/cm², 50.20 kg/cm², 57.00 kg/cm² y 60.70 kg/cm² respectivamente. En conclusión, el porcentaje óptimo de adición es el 0.10%, donde se logra el aumento máximo de la resistencia a la compresión, a la tracción indirecta y a la flexión en un 7.86%, 58.37% y 25.67% respectivamente.

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Arenisca.

Las areniscas son rocas sedimentarias que se forman a partir de la compactación de pequeños granos de arena, cuya dureza varía en función del tamaño de los granos que la componen. Estas rocas están compuestas principalmente por fragmentos de roca, granos de cuarzo y granos de feldespato, junto con una matriz y cemento.

La matriz de las areniscas está compuesta por minerales de arcilla y limo, que se depositan junto con los granos de arena durante el proceso de formación. Estos materiales de grano fino contribuyen a la cohesión y consolidación de la roca, actuando como un aglutinante que une los granos de arena entre sí.

Este proceso de formación y composición de las areniscas es fundamental para comprender sus propiedades físicas y mecánicas, así como su comportamiento en diferentes condiciones geológicas y ambientales. La investigación y comprensión de estos aspectos son importantes para diversas aplicaciones en geología, ingeniería civil y otras áreas relacionadas con las ciencias de la tierra.

2.2.2. Cuarzo

El cuarzo es el mineral más prevalente encontrado como grano en areniscas y limolitas. Como componente mineral primario, es el principal constituyente de las rocas graníticas, se presenta en algunas rocas de composición intermedia y está ausente en las rocas ígneas básicas. Las rocas metamórficas, como el gneis formado a partir de material granítico, así como muchas rocas sedimentarias de grano grueso, contienen una alta proporción de cuarzo.

Además de su presencia en rocas, el cuarzo también se encuentra en venas y se precipita a partir de fluidos calientes asociados con procesos ígneos y metamórficos. Los granos de cuarzo son notoriamente resistentes a la descomposición química y pueden ser transportados largas distancias y períodos prolongados sin descomponerse significativamente. Aunque pueden ser rotos o erosionados durante el transporte, generalmente se mantienen intactos, lo que contribuye a su prevalencia y resistencia en diversas formaciones geológicas.

Comprender la presencia y las características del cuarzo en diferentes contextos geológicos es crucial para la interpretación de la historia geológica de una región, así como para la evaluación de la durabilidad y las propiedades de las rocas que lo contienen. Esta comprensión es fundamental en campos como la geología, la ingeniería geotécnica y la exploración de recursos naturales.

2.2.3. Fibras de Polipropileno.

Las fibras de polipropileno son un tipo de fibra producida mediante el estiramiento de polímeros sintéticos, que pueden ser cortadas en diversas formas, ya sea láminas o circunferencias, con longitudes ajustables según las necesidades del proyecto. Cuando estas fibras se agregan y se entrelazan en la mezcla de concreto, forman una red que mantiene su forma a lo largo de su extensión.

Entre las características destacadas de las fibras de polipropileno que las convierten en excelentes adiciones a la mezcla de concreto, se encuentra su naturaleza hidrófoba, lo que significa que no absorben agua. Esta propiedad evita que intervengan o alteren el nivel de hidratación de la mezcla de concreto. Además, las fibras de polipropileno son inmunes a la corrosión, el ataque de óxidos y sales ambientales, y poseen una conductividad térmica muy baja.

Las fibras de polipropileno, al ser monofilamentos, tienen la capacidad de reducir las grietas en el concreto. Actúan como un refuerzo tridimensional, disipando los esfuerzos dentro de la masa del concreto y minimizando las grietas por contracción plástica en estado fresco y por cambios de temperatura en estado endurecido. Además, ayudan a reducir la filtración de agua y la segregación de materiales en la mezcla de concreto.

2.2.4. Mascarillas faciales de polipropileno.

Las mascarillas están compuestas por 3 capas de tejido de polipropileno con textura suave para el contacto con la piel, las mascarillas sanitarias deben cumplir con parámetros y requisitos para que las mismas puedan ser utilizados en entornos médicos, son elaborados con materiales inodoros y libres de sustancias irritantes mediante procedimientos avanzados, la mayoría de ellos son de un solo uso, ni están diseñadas para ser lavadas, ya sea a mano o a máquina. (Medicalexpo, 2021), las mascarillas faciales y otros productos de vestimenta protectora contra virus, están supervisados por el comité de vestimentas y equipos protectores de ASTM internacional, dando las diferentes especificaciones para el desempeño de los materiales utilizados en mascarillas faciales y así tener una buena eficiencia en evitar la filtración bacteriana, por recomendación de la ASTM el principal material usado en las mascarillas faciales es el polipropileno plástico.

2.2.5. El cemento.

El cemento es un material esencial en la construcción, ya que actúa como un agente de unión que proporciona resistencia y estabilidad a las estructuras. Se trata de un conglomerante hidráulico, lo que significa que, al mezclarse con agua, forma una pasta que fragua y endurece gracias a procesos de hidratación, manteniendo su resistencia incluso en condiciones húmedas, como bajo el agua.

La producción de cemento comienza con la calcinación de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro a temperaturas extremadamente altas, alcanzando hasta 1,450 grados centígrados. Este proceso resulta en un material llamado Clinker que, al ser triturado y combinado con yeso, adiciones y aditivos químicos, se convierte en el cemento utilizado en la construcción.

Este polvo fino es versátil y puede ser utilizado en una amplia gama de aplicaciones, desde la creación de cimientos y estructuras de edificios hasta la pavimentación de carreteras y la fabricación de elementos decorativos. Además, gracias a su durabilidad y resistencia, el cemento contribuye significativamente a la seguridad y longevidad de las infraestructuras modernas.

2.2.6. Agregado.

Los agregados son una parte fundamental en la fabricación de concreto, ya que junto con el agua y el cemento conforman los ingredientes principales de este versátil material de construcción. Estas partículas, que pueden ser de origen natural o artificial, abarcan una amplia gama de tamaños, desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra más grandes.

La correcta selección, uso y calidad de los agregados son de vital importancia en la producción de concreto de alta calidad y durabilidad. Los agregados adecuados contribuyen a la resistencia, trabajabilidad, durabilidad y apariencia estética del concreto final. Además, influyen en propiedades clave como la resistencia a la compresión, la permeabilidad y la resistencia a la abrasión.

El tipo de agregado utilizado puede variar según las necesidades específicas del proyecto de construcción. Por ejemplo, agregados gruesos como la grava se utilizan comúnmente en concretos estructurales, mientras que los

agregados finos como la arena son más adecuados para concretos de acabado superficial. Es esencial garantizar que los agregados cumplan con estándares de calidad y especificaciones técnicas para garantizar un concreto confiable y seguro en cualquier aplicación de construcción.

2.2.6.1. Agregado Fino.

El agregado fino, según la definición estándar, se refiere a las partículas de material provenientes de la desintegración natural o artificial de rocas. Estas partículas pasan a través del tamiz con una abertura de 9.51 mm (3/8 de pulgada) pero son retenidas por el tamiz con una abertura de 0.074 mm (N°200). Es importante destacar que el agregado fino debe cumplir con los límites de calidad y especificaciones técnicas establecidas en la normativa nacional, como la norma NTP 400.037, o en normativas internacionales como la ASTM C 33.

Estas especificaciones garantizan que el agregado fino tenga características físicas y químicas adecuadas para su uso en la fabricación de concreto. Entre estas características se incluyen la granulometría, la forma y textura de las partículas, la limpieza, la resistencia a la abrasión, y la presencia de impurezas como arcilla, limo y materia orgánica, las cuales pueden afectar negativamente la calidad y durabilidad del concreto.

Por lo tanto, el cumplimiento de estas normativas es esencial para asegurar que el agregado fino contribuya de manera óptima a las propiedades del concreto, garantizando su resistencia, durabilidad y rendimiento deseado en diversas aplicaciones de construcción.

2.2.6.2. Agregado Grueso.

El agregado grueso es aquel material que permanece retenido en el tamiz con una abertura de 4.75 mm (N ° 4) después del proceso de tamizado y debe cumplir con los estándares de calidad establecidos en normativas como la NTP 400.037 o la ASTM C 33.

Este tipo de agregado puede estar compuesto tanto por grava como por piedra partida, las cuales pueden ser de origen natural, como extraídas de canteras o lechos de ríos, o artificial, provenientes de trituradoras de roca.

Es importante resaltar que el agregado grueso utilizado en la preparación de concretos livianos puede ser tanto de origen natural como artificial. Los concretos livianos son aquellos que presentan una densidad menor que la del concreto convencional, lo que los hace ideales para proyectos donde se requiere reducir el peso estructural, como en edificios de gran altura o en obras donde se busca minimizar la carga sobre cimentaciones y estructuras existentes.

2.2.7. Agua.

El agua desempeña dos funciones fundamentales en la preparación de mortero y concreto: facilitar la hidratación del cemento y hacer que la mezcla sea manejable. Cuando se mezcla agua con cemento, comienza un proceso de hidratación que es esencial para que el cemento endurezca y forme la estructura sólida del mortero o concreto. Además, el agua actúa como un agente que permite que los materiales se mezclen de manera homogénea, facilitando así la colocación y conformación de la mezcla durante el proceso de construcción.

Es importante tener en cuenta que no toda el agua utilizada en la preparación del mortero o concreto participa en el proceso de hidratación del cemento. Parte de esta agua se utiliza para hidratar el cemento, mientras que el resto no sufre cambios químicos y simplemente se evapora con el tiempo.

Una vez que el concreto ha endurecido, puede requerir una cantidad adicional de agua, conocida como agua de curado, para alcanzar los niveles de resistencia diseñados. Este proceso de curado implica mantener la superficie del concreto húmeda durante un período de tiempo específico, lo que favorece la completa hidratación del cemento y ayuda a desarrollar su resistencia final.

2.2.8. Aditivos.

Los aditivos para concreto son componentes químicos fundamentales utilizados en pequeñas cantidades con el propósito de modificar y mejorar las propiedades del concreto y el mortero. Su aplicación puede tener lugar en distintas etapas del proceso de fabricación y se seleccionan de acuerdo con las necesidades específicas de cada proyecto de construcción.

Estos aditivos pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica y se utilizan para una variedad de propósitos, tales como mejorar la trabajabilidad del concreto, aumentar su resistencia, controlar el tiempo de fraguado, reducir la permeabilidad, mejorar la adherencia y protegerlo contra agentes ambientales agresivos.

Es importante destacar que el uso de aditivos para concreto requiere un manejo cuidadoso y el seguimiento estricto de las especificaciones técnicas y recomendaciones proporcionadas por el fabricante. Esto garantiza que los aditivos se utilicen de manera efectiva y segura, y que se logren los resultados deseados en términos de rendimiento y durabilidad del concreto.

2.2.9. Fibras sintéticas.

Las fibras sintéticas son materiales fibrosos que se incorporan a la mezcla de concreto con el objetivo de mejorar sus propiedades y rendimiento. Estas fibras se añaden en pequeñas cantidades para proporcionar refuerzo y aumentar la resistencia a la flexión del concreto, así como para mejorar su durabilidad frente a las fuerzas externas y factores ambientales.

Existen varios tipos de fibras sintéticas utilizadas en la fabricación del concreto, entre las que se incluyen fibras de polipropileno, poliéster y vidrio. Cada tipo de fibra sintética tiene características específicas que influyen en sus efectos sobre el concreto, como la resistencia, la durabilidad y la capacidad de dispersión.

Es fundamental seguir las especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante al agregar fibras sintéticas al concreto, para garantizar su correcta dispersión y adhesión dentro de la mezcla. Esto asegura que las fibras contribuyan de manera efectiva a mejorar las propiedades del concreto y que se obtengan los resultados deseados en términos de resistencia y durabilidad.

2.2.10. Propiedades de los materiales.

2.2.10.1. Peso específico.

Es una propiedad física fundamental que se utiliza para caracterizar diferentes materiales, como suelos, rocas, hormigón, asfalto, entre otros.

El peso específico se expresa comúnmente en unidades de kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) en el sistema métrico, o en libras por pie cúbico (lb/ft^3) en el sistema inglés. Es importante tener en cuenta que

el peso específico puede variar dependiendo del material y de las condiciones ambientales, como la temperatura y la presión.

2.2.10.2. Densidad.

Densidad. Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción. La densidad de los agregados es de especial importancia en todos aquellos casos en que, por resistencia o durabilidad, se requieren concretos con un peso por encima o debajo de aquel que corresponde a concretos usuales. Las bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción. Tales características, cuando ello fuere necesario, deberán ser confirmadas por ensayos de laboratorio, (López, 2008).

2.2.10.3. Peso unitario.

El peso unitario se refiere al peso por unidad de volumen de un material a granel en condiciones específicas de compactación y humedad, expresado en kg/m³. Este parámetro es importante para comprender la densidad del material y su capacidad para soportar cargas.

Aunque el ensayo para determinar el peso unitario se puede realizar tanto en el agregado fino como en el agregado grueso, en la práctica, el valor que se utiliza como parámetro para la dosificación de hormigones es el peso unitario compactado del agregado grueso.

Este enfoque se debe a que el agregado grueso, al ser de mayor tamaño, influye de manera significativa en la densidad y resistencia del concreto final. Por lo tanto, es crucial determinar su peso unitario compactado para asegurar una dosificación adecuada y garantizar la calidad y durabilidad del concreto en la obra.

2.2.10.4. Porosidad.

Ocupado por materia sólida dentro de las partículas. Esta característica es de gran importancia debido a su influencia en diversas propiedades del agregado y, por ende, en el comportamiento del concreto en el que se utiliza.

La porosidad puede afectar una variedad de propiedades del agregado, como su estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencia mecánica, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción de agua y permeabilidad. Por ejemplo, una alta porosidad puede resultar en una mayor absorción de agua, lo que puede debilitar la estructura del concreto y aumentar su susceptibilidad a la degradación por congelamiento y descongelamiento, así como a la corrosión de armaduras metálicas.

La comprensión de la porosidad del agregado es crucial en la selección y diseño de mezclas de concreto, ya que puede afectar significativamente la durabilidad y el desempeño a largo plazo de las estructuras de concreto en diversas condiciones ambientales y de carga.

2.2.10.5. Absorción.

La absorción de agua puede afectar significativamente las propiedades y el comportamiento de los materiales de construcción. Por

ejemplo, en el caso del hormigón y el mortero, una alta absorción puede resultar en una disminución de la resistencia, una mayor susceptibilidad a la congelación y descongelación, y una mayor posibilidad de deterioro por la acción de agentes químicos y biológicos.

La absorción de agua también es un factor importante a considerar en el diseño de sistemas de drenaje y drenaje de agua en proyectos de ingeniería civil, ya que puede afectar la estabilidad del suelo y la integridad de las estructuras.

2.2.10.6. Porcentaje de vacíos.

La porosidad es una medida del volumen de los espacios entre las partículas de agregado, expresada como un porcentaje del volumen total del agregado. Este valor de porosidad depende del arreglo o acomodo de las partículas dentro del agregado, por lo que su magnitud es relativa y puede variar según las características específicas del material.

La porosidad se evalúa utilizando una expresión recomendada por la norma ASTM C 29, que proporciona un método estandarizado para medir y calcular la porosidad de los agregados. Esta expresión tiene en cuenta el volumen total del agregado y el volumen de los espacios entre las partículas, permitiendo así determinar el porcentaje de porosidad.

Ecuación 1. Porcentaje (%) de vacíos en el concreto:

$$\% \text{ de vacios} = \frac{(SxW - P.U.C.)}{SxW} x 100$$

DONDE:

S= Peso Específico de Masa

W= Densidad del Agua

P.U.C.= Peso Unitario Compactado seco del agregado

2.2.10.7. Humedad.

La humedad del agregado se refiere a la cantidad de agua superficial que es retenida por las partículas del material. Esta propiedad tiene un impacto significativo en la cantidad de agua necesaria en la mezcla de concreto, lo que a su vez influye en diversas características del concreto fresco y endurecido.

La cantidad de humedad en el agregado puede variar dependiendo de factores como el ambiente, el almacenamiento y la manipulación del material. Una mayor humedad en el agregado puede requerir una cantidad menor de agua en la mezcla de concreto, ya que parte de la humedad presente en el agregado contribuirá a la relación agua-cemento necesaria para la hidratación adecuada del cemento.

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 2. Porcentaje (%) de humedad en los agregados:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(\text{peso natural} - \text{peso seco})}{\text{peso seco}} \times 100$$

2.2.11. Propiedades resistentes

2.2.11.1 Resistencia.

La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia. Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La

resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

Roca	Resistencia (kg/cm²)
Felsita	3300
Roca trapeana	2850
Cuarcita	2250
Granito	1850
Diabasas	1800
Esquisto	1700
Caliza	1600
Gneiss	1500
Gabro	1506
Arenisca	1300

Tabla 1: Resistencia a la compresión axial de rocas empleadas en la construcción.

2.2.11.2. Tenacidad.

La tenacidad es una característica fundamental que está asociada con la resistencia al impacto del material. Se refiere a la capacidad del material para resistir la fractura bajo carga repentina o impactos. Esta propiedad está directamente relacionada con varios factores, incluyendo la flexión, la angulosidad y la textura del material.

Una mayor tenacidad en un material implica que puede absorber más energía antes de fracturarse, lo que lo hace más resistente a impactos y cargas dinámicas. Los factores que contribuyen a la tenacidad incluyen la capacidad del material para deformarse sin fracturarse, así como su capacidad para redistribuir las fuerzas aplicadas.

2.2.11.3. Dureza.

La dureza de un agregado se define como su resistencia a la erosión por abrasión o al desgaste en general. Esta propiedad está

determinada por la composición de las partículas del agregado, así como por su estructura y características físicas.

En el contexto de la construcción, es crucial emplear rocas y materiales que sean resistentes a procesos de abrasión o erosión para garantizar la durabilidad y la vida útil de las estructuras de concreto. Algunos ejemplos de rocas que son conocidas por su dureza y resistencia a la abrasión incluyen el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

La selección de agregados con una adecuada dureza es especialmente importante en aplicaciones donde se espera que el concreto esté expuesto a condiciones adversas, como en pavimentos, revestimientos, o en estructuras sujetas a desgaste constante debido al tráfico vehicular o la exposición a agentes ambientales agresivos.

2.2.11.4. Módulo de elasticidad.

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones. El módulo elástico se determina en muy inusual su determinación en los agregados sin embargo el concreto experimentara deformaciones por lo que es razonable intuir que los agregados también deben tener elasticidades acordes al tipo de concreto. El valor del módulo de elasticidad además influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse, (Neville 2008)

Roca	Módulo de elasticidad(kg/cm²)
Roca trapeciana	930,000
Gabro	860,000
Diabasas	860,000
Granito	610,000
Arenisca	310,000
Caliza	280,000

Tabla 2: Modulo de elasticidad de las rocas

2.2.12. Ensayo de laboratorio

2.2.12.1. Análisis granulométrico agregado grueso y fino

El objetivo principal de este ensayo, es la determinación, cuantitativa, de la selección por tamaños de partículas tanto para el agregado fino, como para el agregado grueso.

Para una mayor precisión se realizó una aproximación del 0.1% al porcentaje que pasa, el porcentaje de retenido.

El resultado de los porcentajes obtenidos por el tamizado se redondeó al entero próximo.

El módulo de finura del agregado fino se calcula con la suma aritmética de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las mallas empleadas, dividiendo posteriormente la sumatoria entre 100.

Las mallas empleadas en el ensayo son: 150µm(N°100),300µm (N° 50), 600µm (N° 30),1.18 mm (N° 16), 2.36 mm (N° 8), 4.75mm (N° 4), 9.5mm (N° 3/8). Se realizará empleando la siguiente formula:

$$M.F = \sum \% Ret. Acum. \frac{(3/8", \#4, \#8, \#16, \#30, \#50, \#100)}{100}$$

La norma ASTM-C33 indica que el agregado fino deberá presentar un módulo de finura que se encuentra entre el intervalo 2.3-3.

Los módulos que se encuentren en el rango 2.2-2.8 indican trabajabilidad y segregación baja del concreto; y aquellos módulos que se encuentran en el rango 2.8-3.1 son los más favorables para el diseño de concretos de alta resistencia.

Tamiz	% Que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	5 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10
75 μm (No. 200)	0 a 3,0A, B

A Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) debe ser máximo 5%.

B Para agregado artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz 75 μm (No. 200) polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser 5% para concreto sujeto a abrasión y máximo 7% para concreto no sujeto a abrasión.

Tabla 3: Granulometría para el agregado.

Para el módulo de finura del agregado grueso se realizará el mismo procedimiento, pero entre los tamices: 50 mm (2 pulgadas), 37,5 mm (1 ½ pulgada), 25 mm (1 pulgada), 19 mm (¾ de pulgada), 9,5 mm (3/8 de pulgada), 4,75 mm (N° 4), y agregando la suma de 500, referente al 100% del porcentaje que pasa desde el tamiz N° 8 hasta el tamiz N° 100.

Se realiza el cálculo empleando la siguiente formula:

$$M.F = \sum \% Ret. Acum. \frac{(2", 1 \frac{1}{2}", 1", \frac{3}{4}", \frac{3}{8}", \#4) + 500}{100}$$

2.2.12.2. Gravedad específica y absorción del agregado grueso.

para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso, para poder utilizar estos parámetros en cálculos y correcciones de diseños de mezcla. Para poder realizar el ensayo se tomará en cuenta una muestra mínima, la cual se encuentra en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso (T.M.N), obteniendo previamente mediante el análisis granulométrico.

En la tabla 3 se da a conocer los pesos mínimos de muestra para realizar los ensayos correspondientes.

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg(lb)
12,5 (1/2) o menor	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 1/2)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 1/2)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

Tabla 4: Pesos mínimos para el ensayo de la muestra de agregado grueso.

Para el cálculo de la gravedad específica y el parámetro de absorción se deberán calcular algunos parámetros necesarios para la aplicación de las fórmulas dadas por la N.T.P., estos son los siguientes:

- A= Peso de la muestra seca en el aire. (gr)
- B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire. (gr)
- C= Peso en el agua de la muestra saturada. (gr)

Las fórmulas son:

Peso específico aparente:

$$\frac{A}{B - C} (gr/cm^3)$$

Peso específico aparente (Saturado superficialmente seco):

$$\frac{B}{B - C} (gr/cm^3)$$

Peso específico nominal:

$$\frac{A}{A - C} (gr/cm^3)$$

Absorción del agregado fino:

$$\frac{B - A}{A} * 100 (\%)$$

Los resultados de densidad deberán ser expresados con una aproximación de 10 kg/m³, los resultados de gravedad especifican deberán aproximarse al 0.01 más cercano, e indicar si es secado al horno, saturado superficialmente seca o aparente.

En el caso del ensayo de absorción deberá presentarse una aproximación al 0.1%.

2.2.12.3. Gravedad específica y absorción del agregado fino.

El objetivo principal de este ensayo es la determinación del peso específico del agregado fino, y el porcentaje de absorción del material, el cual indica la cantidad de agua necesaria para el paso de condición seca a condición saturada superficialmente.

La N.T.P. 400.022. define a la gravedad específica como “la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre una base de volumen absoluto”.

Para el cálculo de la gravedad específica y el parámetro de absorción se deberán calcular algunos parámetros necesarios para la aplicación de las fórmulas dadas por la N.T.P., estos son los siguientes:

A= Masa de la muestra seca al horno (gr)

B= Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)

C= Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr).

S= Masa de la muestra de saturación superficialmente seco (gr)

Las fórmulas a emplear son:

Peso específico (gravedad específica):

$$\frac{A}{B + S - C} (gr/cm^3)$$

Peso específico (saturación superficialmente seca):

$$\frac{S}{B + S - C} (gr/cm^3)$$

Peso relativo aparente (gravedad específica aparente):

$$\frac{A}{B + A - C} (gr/cm^3)$$

Absorción del agregado fino:

$$\frac{S - A}{A} * 100(\%)$$

Los resultados de densidad deberán ser expresados con una aproximación de 10 kg/m³, los resultados de gravedad especifican deberán aproximarse al 0.01 más cercano, e indicar si es secado al horno, saturado superficialmente sea o aparente.

En el caso del ensayo de absorción deberá presentarse una aproximación al 0.1%.

2.2.12.4. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado.

El objetivo principal del ensayo es la obtención del porcentaje de humedad para agregado fino o agregado grueso.

La humedad es la cantidad de agua que se encuentra incorporada en los poros del material a ensayar, se puede determinar mediante la siguiente formula propiciada por la N.T.P.

$$P = \frac{W - D}{D} * 100(\%)$$

Donde:

P= Contenido de humedad evaporable de la muestra. (%)

W= Masa de la muestra humedad(gr)

D= Masa de la muestra seca (gr)

2.2.12.5. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

El objetivo principal del ensayo es establecer el peso unitario suelto y/o compactado de la muestra en estudio.

El peso unitario suelto (PUS) es el obtenido mediante la colocación del material seco en un determinado volumen, para posteriormente, ser nivelado con una varilla, este parámetro presenta importancia debido a que al momento del transporte, manejo y almacenamiento el agregado se encuentra en un estado suelto.

El peso unitario compactado (PUC) es aquel obtenido mediante la compactación de los materiales, permitiendo de esta manera la disminución de vacíos y aumentando el grado de acomodamiento entre partículas; este parámetro presenta suma importancia en el diseño de mezclas, debido a que este valor permite obtener el volumen absoluto del agregado grueso mediante el método ACI. Para determinar el PUS y PUC, se empleará la siguiente fórmula proporcionada por la N.T.P:

Peso del agregado (PA):

$$PA = PT - PM \text{ (gr)}$$

Peso unitario del agregado (suelto o compactado):

$$\frac{P}{AVM} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Donde:

PM= Peso del molde (gr)

PT= Peso del molde más agregado (gr)

VM= Volumen del molde (m³)

2.2.13. Concreto.

Es una piedra artificial creada por el hombre, y que se ha convertido en el material de construcción más utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad, en cuanto a las formas que se puede obtener. El concreto es una mezcla de un material aglutinante (cemento), un material

clasificado (agregados), agua y eventualmente aditivos y adiciones, que al endurecerse forman un sólido compacto capaz de soportar grandes esfuerzos a la compresión.

2.2.13.1. Propiedades del concreto.

El concreto se puede encontrar en estado fresco, en proceso de fraguado y en estado endurecido, y en estos tres estados presenta características típicas, las cuales determinan su desempeño. La propiedad del concreto a la que con mayor frecuencia se hace referencia es la resistencia a la compresión, debido a que es muy fácil de evaluar y en la mayoría de los casos es suficiente para garantizar un buen comportamiento estructural. Usualmente esta propiedad es utilizada como base de aceptación del concreto en obra, y por esta razón, la correcta ejecución de la toma, curado y ensayo de resistencia a la compresión de las muestras y la adecuada selección del tomador de muestras y del laboratorio de control de calidad, cobran vital importancia dentro del proceso de control de calidad del concreto.

El concreto se elabora con diversos grados de manejabilidad, velocidad de fraguado y con las propiedades adecuadas en estado endurecido como resistencia, durabilidad, peso unitario, estabilidad de volumen y apariencia. La clasificación de los diferentes tipos de concreto, usualmente se hace considerando la variación en las propiedades y características del concreto, razón por la cual, es importante conocer cada una de ellas, así como también las medidas de control que se deben efectuar para garantizar su calidad.

2.2.12.2. Concretos Premezclados.

Los concretos premezclados, también son conocidos como concretos predosificados y los podemos definir como aquellos que son diseñados, producidos y comercializados por una empresa productora de concreto, con una garantía de calidad certificada. Las diferencias entre concreto premezclado y la mezcla en obra son bastante significativas, ya que la forma de producción en el concreto premezclado se realiza de una manera industrializada: la dosificación de los materiales se hace por peso, se realizan controles a todos sus componentes y al producto final a un costo razonable.

2.2.12.3. Control de calidad.

El control de calidad lo podemos definir como el conjunto de operaciones y decisiones que se toman con el propósito de cumplir el objeto de un contrato y de cierta forma comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos.

Para obtener concretos de excelente calidad, que cumplan con todas las especificaciones, ambas partes, planta de concretos y obra deben asumir ciertas responsabilidades en el control de calidad del concreto.

El control de producción del concreto es responsabilidad de la planta productora de concreto, incluye el transporte del mismo e involucra los siguientes aspectos:

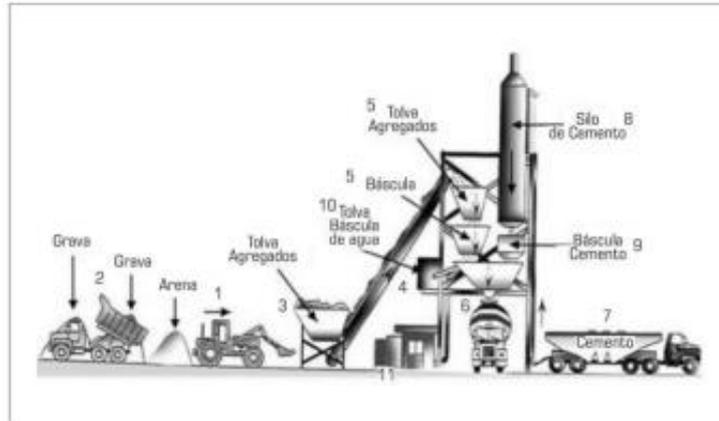


Ilustración 1: elementos de la producción de concreto.

- a. Control de materias primas
- b. Control de diseños de mezclas
- c. Control de procesos de producción
- d. Control del producto final

2.2.12.4. Diseños de mezcla.

El Diseño de Mezclas de Concreto ha estado enfocado muy a menudo de acuerdo a las “Normas” que debiera cumplir cada elemento del diseño, pero estas Normas están enfocadas a un cierto número de condiciones específicas que muchas veces, van en contra de las nuevas circunstancias que se generan en el desarrollo de la Tecnología del Concreto a nivel mundial.

El diseño de mezclas es una de las partes fundamentales para el presente proyecto, el comité ACI-211 propone un método muy sencillo, empleando tablas propias.

Para poder realizar estos procedimientos es necesario haber realizado todos los ensayos correspondientes a los agregados, fino y grueso.

El procedimiento para el diseño de mezclas es el siguiente:

- a. Se seleccionará una resistencia promedio (f'_{cr}), en base al f'_c requerido; esto se realiza debido a que es preferible que supere lo deseado, pero siempre manteniendo lo estipulado por el RNE, el cual indica una diferencia máxima de 35 kg/cm². Al no existir historiales de diseño de mezclas a mi disposición, para aplicar el criterio del f'_{cr} .
- b. Una vez determinado el f'_{cr} , se procederá a determinación el T.M.N., el cual fue establecido previamente en el ensayo de granulometría.
- c. Este parámetro se empleará más adelante para la determinación del contenido de agua.
- d. Se procederá a la determinación del asentamiento deseado, de acuerdo a recomendaciones de Riva López, nos indica lo siguiente: “El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre 3” y 4”
- e. Se procede a la elección del volumen de agua por m³ de concreto, este valor se obtiene mediante la tabla 10, la cual se encuentra en función del T.M.N. del agregado grueso, el asentamiento deseado.
- f. Con los datos obtenidos en los puntos anterior ya se procederá a realizar el diseño de mezcla, determinado el factor cemento, el volumen de agua a emplear, el importe de agregados y el volumen de aditivo si es necesario.
- g. Luego de realizar la primera probeta deberá comprobarse si el concreto en estado fresco cumple con el slump establecido en su prediseño, de ser el caso favorable se procederá a esperar los 28 días

para determinar el f'c deseado; si el slump no es el deseado se procederá a realizar la corrección por humedad del concreto.

2.3. Definición de términos básicos.

Cemento.

Son materiales obtenidos por la quema de materiales arcillosos y calcita conocidos como Clinker, que resisten la retracción al endurecerse al ser molidos y mezclados con yeso en un horno, también se les pueden agregar puzolanas.

Aditivos.

Son compuestos con propiedades organizativas e inorgánicas que facilitan la unión o mezcla de áridos, cemento y agua, conocidos por su capacidad de cambiar la superficie específica de las partículas en la mezcla introduciendo diferentes tipos de iones según la aplicación dar.

Agregados.

Materiales granulares, como arena y grava, que se mezclan con el cemento para formar el concreto. Los agregados proporcionan resistencia y volumen al concreto.

Trabajabilidad.

La capacidad del concreto para ser mezclado, transportado y colocado con facilidad y sin segregación.

Fraguado.

El proceso en el cual el concreto pasa de ser una mezcla plástica a un estado endurecido. El tiempo de fraguado es el período en el cual el concreto sigue siendo manejable antes de volverse rígido.

Resistencia del Concreto.

La capacidad del concreto para soportar cargas y fuerzas sin colapsar. Se mide en unidades de presión, como mega pascales (MPa) o psi.

Curado.

El proceso de mantener la humedad y la temperatura adecuadas en el concreto después de que se ha colocado para asegurar un endurecimiento y una resistencia adecuados.

Especímenes.

Muestra de concreto tomada en forma cilíndrica durante la colocación para realizar pruebas de resistencia en el laboratorio.

Relación Agua-Cemento (A/C).

La proporción de agua en relación con la cantidad de cemento en una mezcla de concreto. Una relación A/C adecuada es crucial para lograr un concreto de alta calidad y durabilidad.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Determinar la influencia de la arenisca cuarzosa triturada utilizado como reemplazo del agregado fino ayudara al incremento de la resistencia a compresión del concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Cerro de Pasco, 2024.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- Las propiedades mecánicas mejoran en la fabricación de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con material granular areniscas cuarzosas, hiperplastificante y fibras de polipropileno recicladas, Cerro de Pasco – 2024.

- Se incrementará la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregado de piedra arenisca cuarzosa, hiperplastificante y fibras de polipropileno recicladas, Cerro de Pasco – 2024.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes.

- Fibras de polipropileno recicladas
- hiperplastificante

2.5.2. Variables dependientes.

- Arenisca cuarzosa
- Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 5: Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACION DE VARI+D4:O32ABLES						
Fabricación de concreto f'c 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024						
VARIABLES		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
DEPENDIENTES	CONCRETO F'c 210 kg/cm2	El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena, grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaleas con la forma y dimensiones deseadas.	Las proporciones de mezcla, los métodos de fabricación y los procedimientos de evaluación de la resistencia y otras propiedades. Estos procedimientos deben cumplir con las normas establecidas por la Asociación Americana de Cemento (ACI) o la Norma de construcción nacional aplicable.	PROPIEDADES MECANICAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	ACI
	ARENISCA CUARZOSA	es un tipo de roca sedimentaria compuesta principalmente de granos de cuarzo. Estos granos de cuarzo están unidos por cemento natural o mineral, lo que le confiere a la roca una estructura granular y una textura arenosa. Es ampliamente utilizada como material de construcción debido a su durabilidad y resistencia a la intemperie.	es un tipo de agregado utilizado en la fabricación de concreto. Consiste en rocas sedimentarias compuestas principalmente de granos de cuarzo unidos por cemento natural o mineral. Estos granos de cuarzo, al ser triturados y clasificados a tamaños específicos, se utilizan como agregado fino en la mezcla de concreto.		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MAYOR A F'c 210 Kg/cm2	
INDEPENDIENTES	FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADAS	Objeto de uso médico compuesto por celulosa y polipropileno que contiene fluorocarbonos de alta eficiencia. Sociedad de Galage de Medicina Preventiva	El concreto con fibras de polipropileno se evalúa considerando las características y los tipos de fibras; los cuales serán medidos de acuerdo a la característica geométrica, física, mecánica y con sus tipos de macrofibras.		TRABAJABILIDAD	CONO DE ABRAMS
	ADITIVO HIPERPLASTIFICANTE	Aditivo hiperplastificante se refiere al proceso de mejorar las propiedades de flujo y trabajabilidad del concreto mediante la adición de un producto químico específico llamado aditivo.	aditivo químico utilizado en la mezcla de concreto para mejorar su trabajabilidad y fluidez, especialmente en mezclas de alta resistencia. Este aditivo actúa reduciendo la cantidad de agua necesaria para lograr la fluidez deseada del concreto, lo que permite una mejor compactación y colocación		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	PRENSA DE ROTURA

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

3.1.1. De acuerdo a los propósitos que se persigue:

El Tipo de Investigación será experimental

3.1.2. De acuerdo a los datos manipulados en el experimento:

Tenemos el enfoque cuantitativo, manipularemos datos numéricos.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es experimental

3.3. Métodos de investigación.

El proyecto tiene un enfoque cuantitativo, porque al manipular datos, haciendo mediciones numéricas de pesos y cantidades en las muestras, analizando datos estadísticos e intentando probar la hipótesis entonces llego a esta conclusión como así lo afirma en concordancia (Tamayo,2007) y (Zapparoli,2013). El Diseño de investigación se inicia en una búsqueda de lograr a ser experimental, con el tratamiento inicial de manipular muestras tanto como la de control y la experimental, deberían estar en igualdad de condiciones, tanto externas como

internas, sin embargo, esto no es posible lograrlo, por motivos inherentes al investigador, por lo tanto, estaría nombrándolo como un proyecto cuasiexperimental, como así lo definen, (Rossi y Freeman, 1993) y (Sampieri, 2016), en “Metodología de la investigación”. El tipo de investigación es Explicativa, porque se inicia en una búsqueda y determinación mediante la prueba de la hipótesis, cumplir con los objetivos, logrando resultados y conclusiones satisfactorios. Como así también lo menciona, (Arias, Fidas, 2018), en su libro de “Metodología de Investigación”. Esta investigación es aplicada por tener objetivos para resolver un determinado problema o planteamiento, enfocándose en un proceso de búsqueda y consolidarlo con su aplicación real en el campo científico, como así lo confirman, (Tamayo, 2006) y (Nieto, 2018).

3.4. Diseño de investigación.

El diseño experimental se utiliza cuando el investigador quiere determinar el posible efecto de la causa que va manipular. La presente investigación por la metodología que se empleará para demostrar la hipótesis formulada será experimental, dado que se manipulará en forma deliberada la variable independiente y de esta manera se podrá medir los efectos que se generarán en la variable que se verá afectada es decir dependiente. Analizaremos la influencia de la arenisca cuarzosa y de las mascarillas quirúrgicas recicladas en las propiedades físico-mecánico del concreto $f^c=210\text{kg/cm}^2$.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población.

Probetas de concreto diseñados con agregado fino de Arenisca cuarzosa triturada.

3.5.2. Muestra.

90 probetas diseñadas con agregados de Arenisca Cuarzosa Triturada y 90 probetas de concreto convencional. Se utilizarán 30 consecutivos ensayos para poder realizar la desviación estándar según lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE E060. Y se realizaran ruptura a los 7, 14 y 28 días.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Los métodos de recopilación de datos se desarrollarán utilizando formatos preparados o disponibles en laboratorios de concreto que hayan sido validados por expertos que validen la calidad de las pruebas.

Además, mediante ensayos de laboratorio se determinó las propiedades físicas del agregado Arenisca cuarzosa la cual fue obtenida de un banco de arenisca cuarzosa, este Agregado fino el cual llamaremos “No Convencional” se utilizará para diseñar las mezclas de concreto para la resistencia requerida la cual es $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, este diseño se realizará de acuerdo a técnicas y procedimientos de normas técnicas peruanas.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Los formatos elaborados para la recogida de datos de los diferentes ensayos, desde los más sencillos y complicados que necesitan varios días para la recolección de datos. Así tenemos las normas para la recolección de datos:

- ASTM C-172 / NTP 339.036 es un protocolo para tomar muestras de concreto fresco.

- NTP 339.034 son ensayos para medir la resistencia a la compresión del concreto.
- NTP 339.184 son ensayos para medir la temperatura del concreto fresco, para el cual es necesario un termómetro especial.
- NTP 339.035 / ASTM C 143 son ensayos para medir la trabajabilidad de los concretos frescos.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para el procesamiento de datos en esta investigación, se emplearán técnicas fundamentadas en el uso de hojas de cálculo, las cuales serán aplicadas siguiendo rigurosamente los procedimientos y estándares establecidos. Este enfoque garantizará la consistencia, precisión y reproducibilidad en el tratamiento de la información recopilada, facilitando así la obtención de resultados confiables y pertinentes para el desarrollo del estudio. Además, el uso de hojas de cálculo permitirá una gestión eficiente de los datos, facilitando su análisis y presentación de manera clara y comprensible para la audiencia objetivo. Es importante destacar que todos los procesos de manipulación y análisis de datos se llevarán a cabo con total transparencia y respeto a las normativas establecidas, promoviendo la integridad científica y el cumplimiento de los principios éticos en la investigación.

3.8. Tratamiento estadístico.

Para la contrastación de hipótesis se usará el programa SPSS.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Se regirá por los principios éticos establecidos por la UNDAC y CONCYTEC, garantizando el respeto a la propiedad intelectual y la debida referencia de todas las fuentes utilizadas. Nuestra orientación ética implica un

compromiso firme con la integridad académica y el reconocimiento del trabajo intelectual de otros investigadores, asegurando así la credibilidad y originalidad de nuestro estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados para determinar las propiedades físicas de la Arenisca cuarzosa. Además, se detalla el proceso seguido para calcular los Diseños de Mezcla utilizando el Método de Diseño del Comité 211 del ACI. Se llevaron a cabo tres diseños de mezcla, los cuales incluyeron la adición de hiperplastificante y fibras de polipropileno recicladas, con el objetivo de lograr una resistencia a la compresión de ' $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ '.

Posteriormente, se elaboraron probetas cilíndricas con diferentes proporciones de hiperplastificante y fibras de polipropileno recicladas, las cuales fueron sometidas a un proceso de curado adecuado para luego proceder con la evaluación de su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Este análisis se llevó a cabo mediante ensayos específicos diseñados para determinar la capacidad de carga y la durabilidad de las mezclas elaboradas, brindando así información relevante sobre su desempeño en diferentes condiciones de tiempo y exposición.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1. Análisis Granulométrico del Agregado fino Arenisca cuarzosa.

Los resultados de los tres ensayos de Granulometría realizados al Agregado Fino de Arenisca Cuarzosa se presentan siguiendo las normativas NTP 400.012 / ASTM C-136. La muestra extraída del agregado fino para este análisis pesó 10 kg. En la Tabla 05 se detallan los resultados del análisis granulométrico del agregado fino, mientras que en la Figura 01 se presenta el gráfico que ilustra la distribución de tamaños de partículas del mencionado agregado fino."

AGREGADO FINO ARENISCA CUARZOSA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	35.0			100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	45.0	1.89	1.89	98.11	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	100.0	4.20	6.09	93.91	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	300.0	12.61	18.70	81.30	50.00	85.00
# 30	600 µm	600.0	25.21	43.91	56.09	25.00	60.00
# 50	300 µm	955.0	40.13	84.03	15.97	5.00	30.00
# 100	150 µm	265.0	11.13	95.17	4.83	0.00	10.00
Fondo	-	80.0	3.36	98.53	1.47	-	-
Módulo de Fineza							2.50

Tabla 6: Análisis de Granulometría de la Arenisca Cuarzosa

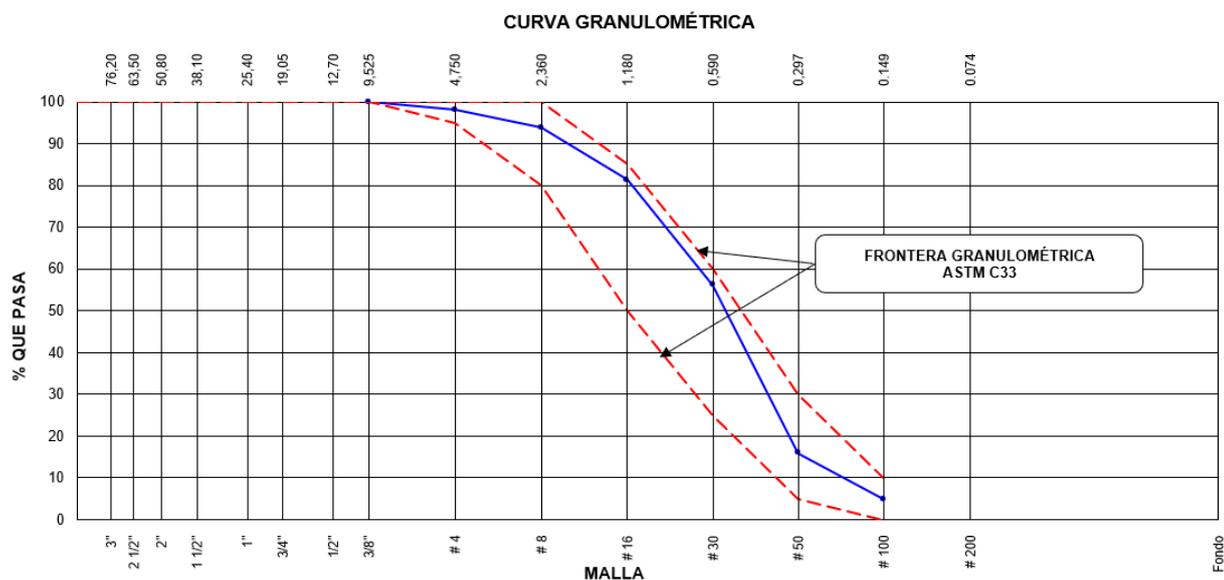


Figura 1: Curva Granulométrica de la Arenisca Cuarzosa

4.2.2. Contenido de Humedad del Agregado Fino Arenisca Cuarzosa.

De acuerdo con las normas ASTM C-566 /NTP 339.185, para el ensayo de contenido de humedad del agregado fino se utilizó una muestra de 300g aproximadamente, se muestra los pesos de la muestra seca y húmeda del agregado grueso y su porcentaje de contenido de humedad.

N°	DESCRIPCION	UND	DATOS
1	Peso de la Tara + Muestra Húmeda	g	425.00
2	Peso de la Tara + Muestra Seca	g	421.50
3	Peso del Agua Contenida	g	3.50
4	Peso de la Muestra Seca	g	296.50
Contenido de Humedad		%	0.83

Tabla 7: Contenido de humedad.

4.2.3. Determinación del Peso Unitario del Agregado Fino Arenisca Cuarzosa.

Los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino se muestran en las tablas 08 y 09, los cuales cumplen con las normas ASTM C-29 / NTP 400-017.

DESCRIPCION	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	19.580	19.580	19.580
Volumen de Molde (m3)	0.008550	0.008550	0.008550
Peso del Molde + Muestra suelta (kg)	32.700	32.660	32.680
Peso de Muestra Suelta (kg)	13.120	13.080	13.100
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1534.50	1529.82	1532.16
Promedio-Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1532.16		

Tabla 8: Análisis de Peso Unitario Suelto

DESCRIPCION	M-1	M-2	M-3
Peso del Molde (kg)	19.580	19.580	19.580
Volumen de Molde (m3)	0.008550	0.008550	0.008550
Peso del Molde + Muestra suelta (kg)	34.900	34.860	34.740
Peso de Muestra Suelta (kg)	15.320	15.280	15.160
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1791.81	1787.13	1773.10
Promedio-Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1784.02		

Tabla 9: Análisis de Peso Unitario Compactado

4.2.4. Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado fino.

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se muestran en las tablas 10, los cuales cumplen con la norma ASTM C127-15.

DESCRIPCION	M-1	M-2	Promedio
Peso Específico de Masa	1.724	1.713	1.719
Peso Específico de Masa S.S.S	1.793	1.779	1.786
Peso Específico Aparente	1.851	1.835	1.843
Porcentaje de Absorción (%)	2.89	2.96	2.93

Tabla 10: Análisis de Peso Específico y absorción.

4.2.5. Proporción de aditivos.

Teniendo las características físicas del agregados Fino Arenisca Cuarzosa y definiendo la resistencia a la compresión requerida $f'c$ (kg/cm²) y el $f'cr$ dependiendo de los datos estadísticos de producción para poder obtener la

relación agua/cemento mediante las tablas, podemos realizar las dosificaciones en porcentajes diferentes del hiperplastificante, estas calculando el porcentaje con respecto al peso específico del aditivo y multiplicado por el factor cemento, los porcentajes utilizados en esta presenta investigación cumplen con las fichas técnicas de los aditivos, así mismo, para las fibras sintéticas se usó el promedio de lo que menciona en su ficha técnica que es 5 kg/m³.

4.2.6. Diseño De Mezcla Del Concreto Método Del ACI 211.

La producción de concreto con agregado fino de arenisca cuarzosa implica la implementación de diversos diseños de mezcla, en los cuales se ajusta constantemente la relación agua-cemento y el porcentaje de agregados para optimizar sus propiedades. Para lograr un concreto de calidad, se debe considerar un proceso integral que abarca el diseño, la elaboración, la colocación, el curado y la protección del material, ya que estos aspectos determinan si el concreto cumplirá con los requisitos de desempeño bajo las condiciones específicas de su aplicación.

En este contexto, se plantea la investigación y desarrollo de un concreto reciclado que cumpla con todas las especificaciones necesarias, incorporando nuevos materiales como hiperplastificante y fibras sintéticas en diversas proporciones. El objetivo es mejorar las propiedades del concreto, tanto en términos de resistencia como de durabilidad, adaptándolo a las demandas específicas de las aplicaciones actuales.

Los resultados obtenidos de estos experimentos se presentan de manera detallada en las tablas 11, 12 y 13, proporcionando una visión completa de cómo

estos nuevos materiales y ajustes en la composición afectan las características finales del concreto reciclado con agregado fino de arenisca cuarzosa.

DISEÑO DE MEZCLA f'c 210 kg/cm2

Resistencia a la compresion a 28 dias = f'c 210kg/cm2 Asentamiento = 4" a 6"
 Relacion agua/cemento = 0.45

Materiales	Peso Especifico
Peso Especifico Cemento (gm/cm3)	3.15
Peso Especifico Plastificante Reduc. de agua (kg/m3)	1901

Caracteristicas de los Agregados	Agregado Fino	Agregado Grueso	Arenisca
Tamaño maximo Nominal		3/4"	
Peso Especifico Material (kg/m3)	2515	2676	2790
Peso Unitario Suelto Material (kg/m3)	1592	1471	1606
Peso Unitario Compactado Material (kg/m3)	1726	1598	1781
Absorción (%)	2.21	1.11	1
Modulo de Fineza	2.93		
Humedad Natural (%)	4.3	1.20	0.45

Cantidad de materiales por m3 Peso (Seco)

• Cemento	(kg/m3)	340
• Agua	(lt/m3)	153
• Agregado Fino	(kg/m3)	928
• Agregado Grueso	(kg/m3)	742
• Arenisca	(kg/m3)	185
• Aditivo - HiperPlastificante (1%)	(kg/m3)	3.4
• Adicion - fibras de mascarilla	(kg/m3)	0.6

Peso total (Kg/m3)

Diseño corregido por humedad

	1 M3
• Cemento	(kg/m3) 340
• Agua	(lt/m3) 126
• Agregado Fino	(kg/m3) 968
• Agregado Grueso	(kg/m3) 751
• Arenisca	(kg/m3) 186
• Aditivo - HiperPlastificante (1%)	(kg/m3) 3.4
• Adicion - fibras de mascarilla	(kg/m3) 0.6
Peso total (Kg/m3)	2375

Cantidad de materiales por m3 Peso (S.S.S)

(kg/m3)	340
(lt/m3)	174
(kg/m3)	928
(kg/m3)	742
(kg/m3)	185
(kg/m3)	3.4
(kg/m3)	0.6
	2374

Tanda de prueba	0.03
• Cemento	10.20
• Agua	3.77
• Agregado Fino	29.04
• Agregado Grueso	22.53
• Arenisca	5.59
• Aditivo - HiperPlastificante (1%)	0.10
• Adicion - fibras de mascarilla	0.02

* El diseño solo correspondena la obra y lugar indicado.

* La identificación de las muestras fueron proporcionadas por nuestro departamento tecnico

* Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente sin autorización.

Figura 2: Diseño de mezcla.

- *Diseños de Concreto $f'c=210$ kg/cm² de Arenisca Cuarzosa + aditivo hiperplastificante.*

DISEÑO DE MEZCLA N° 1		
Cemento	10.2	kg
Agua Efectiva	3.77	kg
Agregado	51.57	kg
Arenisca Cuarzosa	5.59	kg
Aditivo Hiperplastificante	0.1	kg

Tabla 11: Diseño de mezcla N° 1

- *Diseños de Concreto $f'c=210$ kg/cm² de Arenisca Cuarzosa + fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales.*

DISEÑO DE MEZCLA N° 2		
Cemento	10.2	kg
Agua Efectiva	3.77	kg
Agregado	51.57	kg
Arenisca Cuarzosa	5.59	kg
fibras de polipropileno recicladas	0.02	kg

Tabla 12: Diseño de mezcla N° 2

- *Diseños de Concreto $f'c=210$ kg/cm² de Arenisca Cuarzosa + aditivo hiperplastificante+ fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales.*

DISEÑO DE MEZCLA N° 3		
Cemento	10.2	kg
Agua Efectiva	3.77	kg
Agregado	51.57	kg
Arenisca Cuarzosa	5.59	kg
Aditivo Hiperplastificante	0.1	kg
fibras de polipropileno recicladas	0.02	kg

Tabla 13: Diseño de mezcla N° 3

4.2.7. Método de Prueba Estándar para la Resistencia.

Este ensayo se llevó a cabo siguiendo el método ASTM-C192 para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas, las cuales fueron

preparadas y curadas conforme a las normativas establecidas. El concreto diseñado tenía una resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm² y una resistencia característica $f'cr=364$ kg/cm². Los resultados de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de las diferentes mezclas se encuentran detallados en las tablas 14, 15 y 16.

<i>N° DE PROBETA</i>	<i>FECHA DE MUESTREO</i>	<i>EDAD DIAS</i>	<i>Fecha de Rotura</i>	<i>Carga en KN</i>	<i>Carga en Kg</i>	<i>Resistencia de Diseño (Kg/cm²)</i>	<i>Resistencia del Concreto (Kg/cm²)</i>	<i>%</i>
1	06/11/2023	7	13/11/2023	132.33	13493.8	210	165	79
2	06/11/2023	7	13/11/2023	152.40	15540.4	210	198	94
3	06/11/2023	7	13/11/2023	146.70	14959.1	210	190	91
4	06/11/2023	7	13/11/2023	143.90	14673.6	210	187	89
5	06/11/2023	7	13/11/2023	137.20	13990.4	210	178	85
6	06/11/2023	7	13/11/2023	148.10	15101.9	210	192	92
7	06/11/2023	7	13/11/2023	132.30	13490.8	210	172	82
8	06/11/2023	7	13/11/2023	150.60	15356.8	210	196	93
9	06/11/2023	7	13/11/2023	123.80	12624.0	210	161	77
10	06/11/2023	7	13/11/2023	144.50	14734.8	210	188	89
11	13/11/2023	14	27/11/2023	151.20	15418.0	210	196	93
12	13/11/2023	14	27/11/2023	144.60	14745.0	210	188	89
13	13/11/2023	14	27/11/2023	153.00	15601.6	210	199	95
14	13/11/2023	14	27/11/2023	149.80	15275.3	210	194	93
15	13/11/2023	14	27/11/2023	147.30	15020.3	210	191	91
16	13/11/2023	14	27/11/2023	148.60	15152.9	210	193	92
17	13/11/2023	14	27/11/2023	147.90	15081.5	210	192	91
18	13/11/2023	14	27/11/2023	148.50	15142.7	210	193	92
19	13/11/2023	14	27/11/2023	150.40	15336.4	210	195	93
20	13/11/2023	14	27/11/2023	153.90	15693.3	210	200	95
21	27/11/2023	28	25/12/2023	165.80	16906.8	210	215	103
22	27/11/2023	28	25/12/2023	161.12	16429.6	210	209	100
23	27/11/2023	28	25/12/2023	159.70	16284.8	210	207	99
24	27/11/2023	28	25/12/2023	160.60	16376.5	210	209	99
25	27/11/2023	28	25/12/2023	153.10	15611.8	210	199	95
26	27/11/2023	28	25/12/2023	181.90	18548.5	210	236	112
27	27/11/2023	28	25/12/2023	169.30	17263.7	210	220	105
28	27/11/2023	28	25/12/2023	155.70	15876.9	210	202	96
29	27/11/2023	28	25/12/2023	158.20	16131.8	210	205	98
30	27/11/2023	28	25/12/2023	162.85	16606.0	210	211	101

Tabla 14: Resumen de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Se observó que el diseño de concreto N°1 va logrando de forma progresiva el alcance de la resistencia a la compresión requerida. Los resultados de resistencia a la compresión obtenidos hasta ahora para el diseño N°1 son los siguientes: a los 7 días se obtuvo un promedio de 182.64 kg/cm², a los 14 días un promedio de 194.13 kg/cm² y a los 28 días un promedio de 211.40 kg/cm².

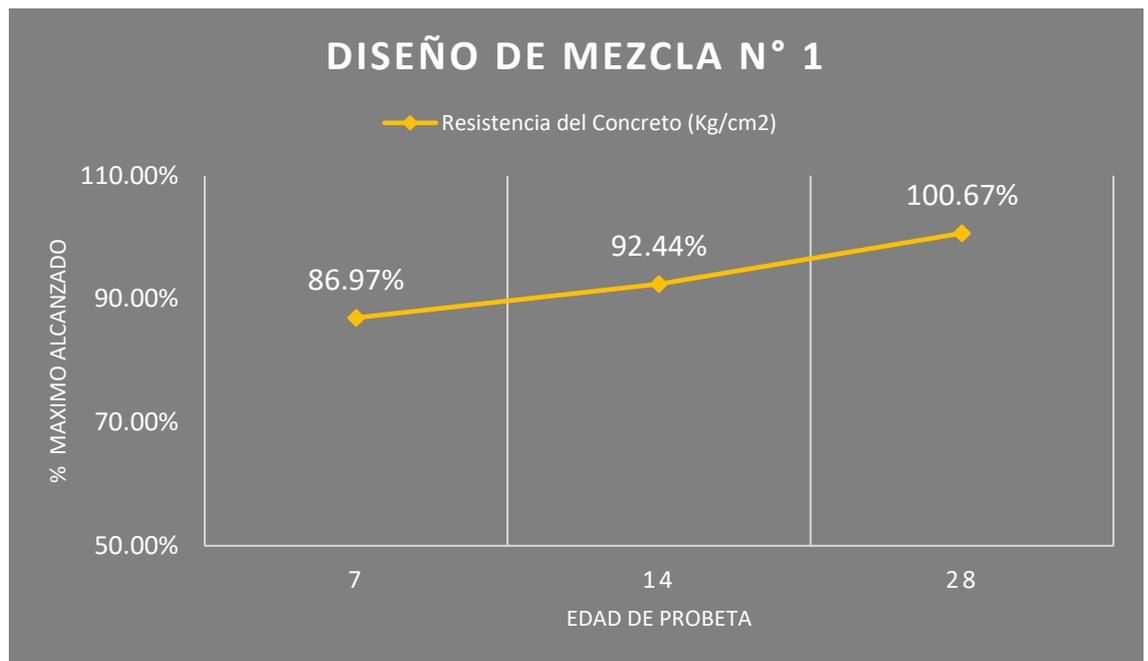


Gráfico 1: Resistencia a compresión de probetas de concreto.

De acuerdo con los datos de la tabla, se observa que la resistencia a compresión del concreto, con una resistencia especificada de $f'_c=210$ kg/cm², aumenta gradualmente con el tiempo a medida que pasan los días de curado de las probetas. Este incremento es consistente y progresivo, lo que indica un adecuado desarrollo de la resistencia del concreto a lo largo del tiempo.

N° DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Carga en KN	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm2)	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)	%
1	07/11/2023	7	14/11/2023	112.33	11454.4	210	140	67
2	07/11/2023	7	14/11/2023	126.40	12889.1	210	164	78
3	07/11/2023	7	14/11/2023	131.70	13429.6	210	171	81
4	07/11/2023	7	14/11/2023	133.90	13653.9	210	174	83
5	07/11/2023	7	14/11/2023	137.20	13990.4	210	178	85
6	07/11/2023	7	14/11/2023	128.10	13062.5	210	166	79
7	07/11/2023	7	14/11/2023	132.30	13490.8	210	172	82
8	07/11/2023	7	14/11/2023	120.60	12297.7	210	157	75
9	07/11/2023	7	14/11/2023	123.80	12624.0	210	161	77
10	07/11/2023	7	14/11/2023	134.50	13715.1	210	175	83
11	14/11/2023	14	28/11/2023	141.20	14398.3	210	183	87
12	14/11/2023	14	28/11/2023	144.60	14745.0	210	188	89
13	14/11/2023	14	28/11/2023	138.56	14129.1	210	180	86
14	14/11/2023	14	28/11/2023	145.80	14867.4	210	189	90
15	14/11/2023	14	28/11/2023	147.30	15020.3	210	191	91
16	14/11/2023	14	28/11/2023	148.60	15152.9	210	193	92
17	14/11/2023	14	28/11/2023	147.90	15081.5	210	192	91
18	14/11/2023	14	28/11/2023	148.50	15142.7	210	193	92
19	14/11/2023	14	28/11/2023	138.40	14112.8	210	180	86
20	14/11/2023	14	28/11/2023	153.90	15693.3	210	200	95
21	28/11/2023	28	26/12/2023	165.80	16906.8	210	215	103
22	28/11/2023	28	26/12/2023	162.12	16531.5	210	210	100
23	28/11/2023	28	26/12/2023	172.70	17610.4	210	224	107
24	28/11/2023	28	26/12/2023	155.60	15866.7	210	202	96
25	28/11/2023	28	26/12/2023	166.10	16937.4	210	216	103
26	28/11/2023	28	26/12/2023	164.90	16815.0	210	214	102
27	28/11/2023	28	26/12/2023	169.30	17263.7	210	220	105
28	28/11/2023	28	26/12/2023	165.70	16896.6	210	215	102
29	28/11/2023	28	26/12/2023	164.20	16743.6	210	213	102
30	28/11/2023	28	26/12/2023	162.85	16606.0	210	211	101

Tabla 15: Resumen de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Esta tabla presenta los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio para la resistencia a la compresión de probetas con adición de fibra de polipropileno reciclado de mascarillas faciales a los 7, 14 y 28 días de edad. Estos resultados se obtuvieron midiendo la fuerza de compresión ejercida sobre la

sección de la probeta. Los valores registrados fueron 165.73 kg/cm² a los 7 días, 188.88 kg/cm² a los 14 días y 214.13 kg/cm² a los 28 días, respectivamente. Estos datos proporcionan información sobre la resistencia a la compresión del concreto con la adición de fibra de polipropileno reciclado de mascarillas faciales en diferentes etapas de curado.

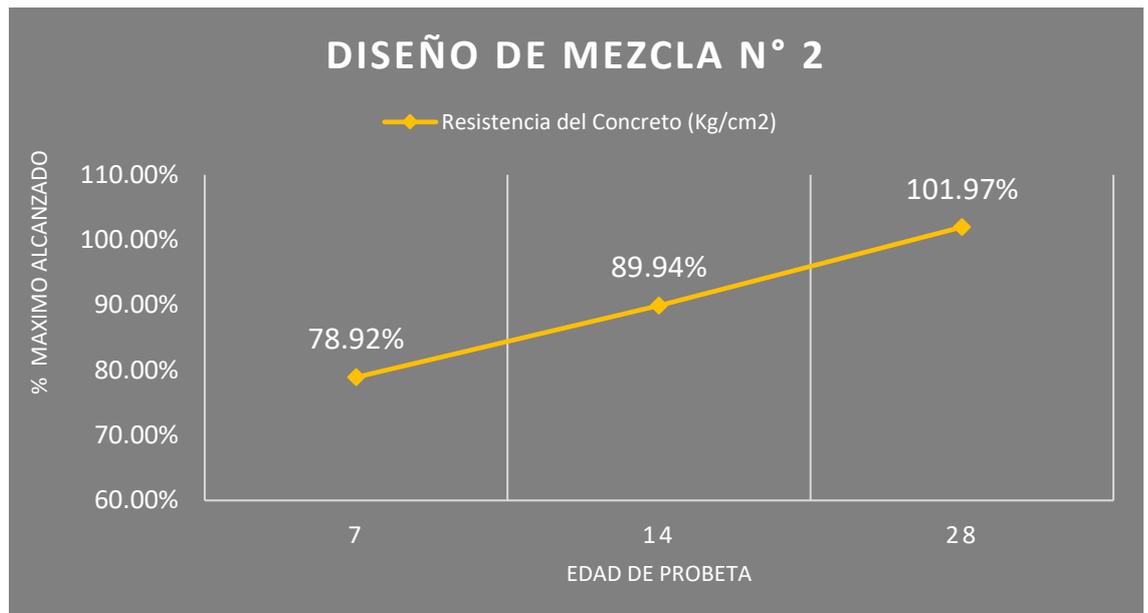


Gráfico 2: Resistencia a compresión de probetas de concreto.

La adición de fibras de polipropileno reciclado de mascarillas faciales inicialmente conlleva una reducción en la resistencia a la compresión a los 7 y 14 días en comparación con el diseño anterior. Sin embargo, a medida que avanza el tiempo de curado, se observa un aumento gradual en la resistencia a la compresión. Este aumento se hace evidente al llegar a los 28 días, donde se logra una resistencia a la compresión mayor que la del diseño anterior. Es importante destacar que, a pesar de esta reducción inicial en la resistencia a la compresión, los resultados obtenidos continúan siendo favorables y satisfactorios en términos generales, lo que sugiere un efecto positivo de la adición de fibras de polipropileno reciclado de mascarillas faciales en la resistencia del concreto a largo plazo.

N° DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	Carga en KN	Carga en Kg	Resistencia de Diseño (Kg/cm2)	Resistencia del Concreto (Kg/cm2)	%
1	08/11/2023	7	15/11/2023	141.70	14449.3	210	177	84
2	08/11/2023	7	15/11/2023	157.20	16029.8	210	204	97
3	08/11/2023	7	15/11/2023	145.60	14847.0	210	189	90
4	08/11/2023	7	15/11/2023	167.90	17120.9	210	218	104
5	08/11/2023	7	15/11/2023	155.40	15846.3	210	202	96
6	08/11/2023	7	15/11/2023	159.30	16244.0	210	207	98
7	08/11/2023	7	15/11/2023	149.80	15275.3	210	194	93
8	08/11/2023	7	15/11/2023	152.10	15509.8	210	197	94
9	08/11/2023	7	15/11/2023	166.50	16978.2	210	216	103
10	08/11/2023	7	15/11/2023	139.60	14235.2	210	181	86
11	15/11/2023	14	29/11/2023	169.40	17273.9	210	220	105
12	15/11/2023	14	29/11/2023	161.80	16498.9	210	210	100
13	15/11/2023	14	29/11/2023	159.30	16244.0	210	207	98
14	15/11/2023	14	29/11/2023	171.00	17437.0	210	222	106
15	15/11/2023	14	29/11/2023	166.50	16978.2	210	216	103
16	15/11/2023	14	29/11/2023	158.90	16203.2	210	206	98
17	15/11/2023	14	29/11/2023	162.70	16590.7	210	211	101
18	15/11/2023	14	29/11/2023	148.20	15112.1	210	192	92
19	15/11/2023	14	29/11/2023	170.30	17365.7	210	221	105
20	15/11/2023	14	29/11/2023	157.70	16080.8	210	205	97
21	29/11/2023	28	27/12/2023	165.20	16845.6	210	214	102
22	29/11/2023	28	27/12/2023	172.80	17620.6	210	224	107
23	29/11/2023	28	27/12/2023	168.70	17202.5	210	219	104
24	29/11/2023	28	27/12/2023	184.10	18772.9	210	239	114
25	29/11/2023	28	27/12/2023	172.50	17590.0	210	224	107
26	29/11/2023	28	27/12/2023	164.90	16815.0	210	214	102
27	29/11/2023	28	27/12/2023	163.60	16682.5	210	212	101
28	29/11/2023	28	27/12/2023	196.10	19996.5	210	255	121
29	29/11/2023	28	27/12/2023	188.90	19262.3	210	245	117
30	29/11/2023	28	27/12/2023	192.40	19619.2	210	250	119

Tabla 16: Resumen de los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Esta tabla presenta los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio para la resistencia a la compresión de probetas con una dosificación específica de Arenisca cuarzosa, Hiperplastificante y fibras de polipropileno reciclado de mascarillas faciales a los 7, 14 y 28 días de edad. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión alcanzó su máximo óptimo, lo cual se atribuye a la

dosificación adecuada utilizada en la mezcla. Esta resistencia aumenta gradualmente con el tiempo a medida que transcurren los días de curado de las probetas. Los valores registrados fueron 198.59 kg/cm² a los 7 días, 211.08 kg/cm² a los 14 días y 229.70 kg/cm² a los 28 días, respectivamente. Estos datos sugieren que la dosificación utilizada fue efectiva para lograr una resistencia a la compresión óptima a lo largo del tiempo de curado.

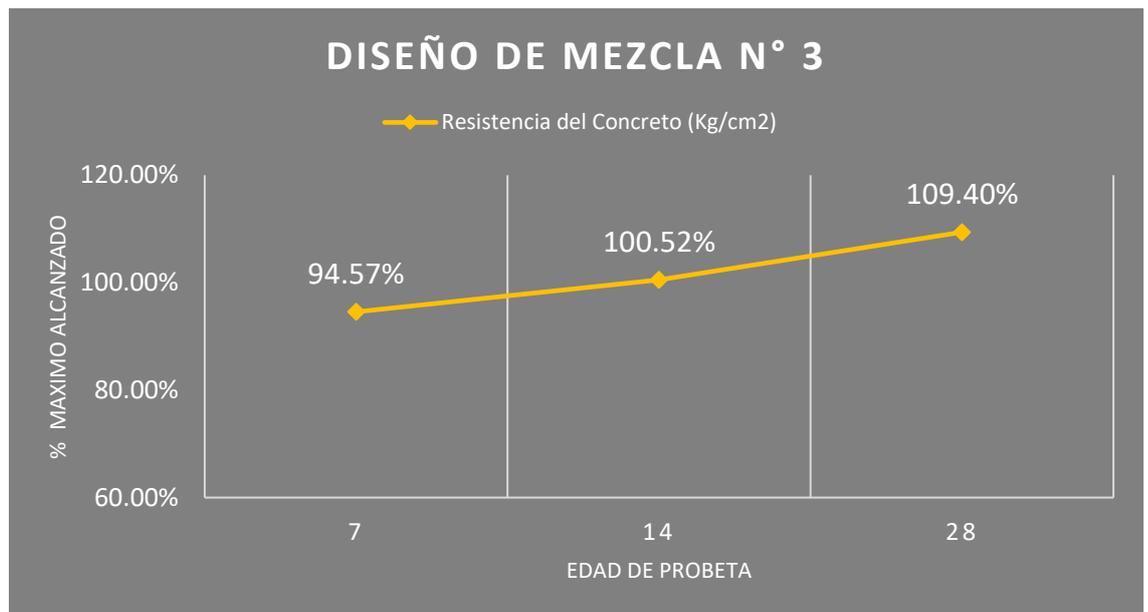


Gráfico 3: Resistencia a compresión de probetas de concreto.

Se observó que el diseño de concreto logró alcanzar la resistencia a la compresión requerida. Este éxito se atribuye a la dosificación adecuada de Arenisca cuarzosa, aditivo hiperplastificante y fibras sintéticas utilizadas en la mezcla. Los resultados obtenidos muestran un promedio del 94.57% a los 7 días, 100.52% a los 14 días y 109.40% a los 28 días en comparación con la resistencia especificada. Esto indica que la dosificación fue efectiva en el desarrollo gradual de la resistencia a la compresión del concreto durante el período de curado.

4.3. Prueba de Hipótesis

DISEÑO		Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION	D1	0.144	30	.	0.961	30	0,325
	D2	0.129	30	.	0.964	30	0,391
	D3	0.141	30	.	0.964	30	0,400

Tabla 17: Prueba de normalidad.

En la tabla 17 se realizó la prueba de normalidad, así mismo los datos arrojados demuestran que los resultados del estudio realizado con la incorporación de fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante tienen una distribución normal y por lo tanto tiene una correlación paramétrica, entonces concluimos que para la contratación de la hipótesis se realizara una correlación por el método de Pearson.

DISEÑO		Estadístico	Error estándar	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	D1	Media	196.03	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	190.32
			Límite superior	201.75
		Media recortada al 5%	-	
		Mediana	195.50	
		Varianza	234.03	
		Desviación estándar	15.30	
		Mínimo	161.00	
		Máximo	236.00	
		Rango	75.00	
		Rango Inter cuartil	-	
		Asimetría	-0.0045	0.427
		Curtosis	-	-
	D2	Media	189.57	3.92975
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	181.53	
		Límite superior	197.60	
Media recortada al 5%		-		
Mediana	190.00			

		Varianza	463.29		
		Desviación estándar	21.52		
		Mínimo	140.00		
		Máximo	224.00		
		Rango	84.00		
		Rango Inter cuartil	-		
		Asimetría	-0.23	0.427	
		Curtosis	-	-	
	D3	Media	213.03	3.33993	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	206.20	
			Límite superior	219.86	
		Media recortada al 5%	-		
		Mediana	213.00		
		Varianza	334.65		
		Desviación estándar	18.29		
		Mínimo	177.00		
		Máximo	255.00		
		Rango	78.00		
		Rango Inter cuartil	17.75		
		Asimetría	0.37	0.427	
		Curtosis	-	-	

Tabla 18: Resumen estadístico.

4.3.1. Contrastación de Hipótesis.

Ho: No mejora la influencia de la Fabricación de concreto $f'c$ 210kg/cm² con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024.

Ha: Mejora la influencia de la Fabricación de concreto $f'c$ 210kg/cm² con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024.

		HIPERPLASTIFICANTE	HIPERPLASTIFICANTE Y FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADAS
HIPERPLASTIFICANTE	Correlación de Pearson	1	0,729*
	Sig. (bilateral)		0,026
	N	30	30
HIPERPLASTIFICANTE Y FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADAS	Correlación de Pearson	0,729*	1
	Sig. (bilateral)	0,026	
	N	30	30

Tabla 19: Correlación de Pearson para contrastación de hipótesis.

4.3.2. Conclusión estadística:

En la tabla 19 podemos observar que la significancia es de 0.026 y verificando que es menor a 0.05, concluimos que se acepta la hipótesis alterna, y se rechaza la hipótesis nula, así mismo, la correlación es de 0.729 y de acuerdo al baremo de la correlación de Pearson se encuentra en una “correlación positiva alta”.

4.4. Discusión de resultados.

En el proceso de preparación de los especímenes se observó que las probetas realizadas con arenisca cuarzosa tuvieron una buena trabajabilidad, además la arenisca cuarzosa tiene una superficie más rugosa, lo cual sugiere una mejor adherencia con la pasta del concreto, la temperatura del concreto no tuvo variaciones en cuanto al convencional; durante los ensayos a compresión las probetas tuvieron un buen comportamiento de ruptura, que no fallaron completamente teniendo en su mayoría una falla de tipo .

Elver Campos LLata nos menciona que la resistencia a compresión axial del concreto elaborado con agregado de piedra caliza triturada lavada de la cantera Otuzco Mirador incrementa la resistencia de diseño, el esfuerzo máximo 5.29%, en nuestro caso los resultados fueron que usando arenisca cuarzosa en

nuestro diseño de mezcla estaríamos obteniendo resultados de un incremento de resistencia a la compresión de un 9.4% para un concreto $f'c$ 210kg/cm².

Carhuapoma (2018) en su proyecto " efecto de las fibras de polipropileno para concretos de resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², no da una conclusión, que la dosificación que le arroja la resistencia a la compresión más alta a los 28 días es la muestra que tiene 9kg/m³ de fibra de polipropileno, aumentando en un 12.03% la resistencia a la compresión comparando con la muestra estándar sin fibras de polipropileno. En nuestro caso podemos demostrar que con una dosificación de 0.02 kg de fibra de polipropileno reciclada la resistencia a la compresión tiene un incremento de 1.97%.

CONCLUSIONES

- Se concluye que estadísticamente con un nivel de significancia del 9.8% que, si existe evidencia suficiente para afirmar que existe un incremento significativo en la resistencia a la compresión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Fabricación de concreto $f'c \text{ } 210\text{kg/cm}^2$ con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024.
- La incorporación de fibra de mascarilla quirúrgica reciclada en la dosificación del concreto presenta beneficios significativos en sus propiedades mecánicas, con resistencias superiores a las del concreto estándar ($f'c=210\text{kg/cm}^2$) en todos los ensayos realizados. Sin embargo, se observa una influencia desfavorable en las propiedades físicas, ya que la adición gradual de estas fibras tiende a reducir la trabajabilidad del concreto, acercándolo a una consistencia más seca. A pesar de esto, es importante destacar que el concreto modificado sigue cumpliendo con los requisitos establecidos por las normas técnicas vigentes. Por lo tanto, se recomienda considerar cuidadosamente la dosificación de fibra de mascarilla quirúrgica reciclada en función de los requerimientos específicos del proyecto, priorizando la mejora de las propiedades mecánicas mientras se ajusta la trabajabilidad dentro de los límites aceptables según las normativas.

RECOMENDACIONES

- Para aumentar la resistencia a compresión del concreto utilizando agregado fino de Arenisca Cuarzos triturada, es fundamental considerar detalladamente el diseño de mezcla utilizado y adherirse estrictamente a las mejores prácticas de la industria para garantizar un diseño óptimo. Esto incluye la selección cuidadosa de los materiales, la proporción adecuada de cemento, agregados y agua, así como el seguimiento riguroso de los procesos de mezclado y curado. Al hacerlo, se maximiza la capacidad del concreto para soportar esfuerzos máximos y se asegura la durabilidad y confiabilidad de las estructuras construidas.
- Se recomienda explorar el uso de fibras de mascarilla quirúrgica como refuerzo en el concreto debido a los resultados consistentemente mejorados obtenidos en estudios previos. Esta opción no solo ofrece mejoras en las propiedades del concreto, sino que también presenta beneficios significativos para la sostenibilidad del medio ambiente al reutilizar materiales reciclados. Se sugiere investigar y optimizar el método de desinfección y producción a escalas mayores para garantizar una implementación eficiente y sostenible en proyectos de construcción a gran escala. Esta investigación puede servir como base para una tesis que aborde la aplicación práctica y los beneficios ambientales y de rendimiento del uso de fibras de mascarilla quirúrgica en el refuerzo del concreto.
- Se recomienda para futuras investigaciones poder realizar ensayos con otros tipos de minerales los cuales pueden ser reemplazados por agregado grueso o fino (caliza, magnetita, diorita, etc.).

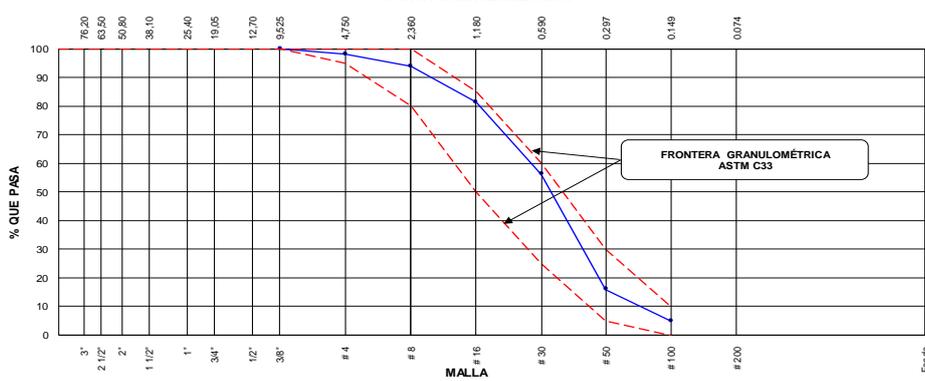
BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute. (2017). ACI Concrete Terminology. American Concrete Institute, 1, 78.
- ACI, P. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Lima-Perú: editorial ACI.
- Abanto Castillo, F. (1996). Tecnología del concreto (teoría y problemas). Lima: San Marcos, 9.
- Alva, S, Anita (2018). Influencia Del Tamaño De Vidrio Molido En La Resistencia A Compresión Del Concreto, Cajamarca, Perú.
- Araujo, B, Johnathan (2019). Resistencia a la compresión del concreto, adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, en reemplazo del agregado fino, Cajamarca, Perú.
- ASTM C150. (1986). "Standard Specification for Portland"
- ASTM C595. (1986). "Standard Specification for Blended, Hydraulic"
- Cárdenas, M. (2004). Industria Minera de los Materiales de Construcción: su sustentabilidad en América del Sur. United Nations Publications.
- Carbajal, e. P. (1998). Tópicos de tecnología del concreto. Perú.
- BECERRA, Daniel; DELGADO, Elena (2019). Diseño de concreto $f'c=210$ con fibras de polipropileno para una edificación de 5 pisos. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo.
- DAVID, Jesús (2004). Manual de control de calidad del concreto en la obra. Primera edición, Editorial Asocreto. Colombia 50pp.
- DÍAZ, Jean; HUANCHUHUILCA, John (2018) Evaluación de resistencia al esfuerzo de compresión en concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibras de rafia de polipropileno. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. San Juan de Lurigancho: Universidad Cesar Vallejo.

- NTP 339.034 (2015) Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto. Lima-Perú.
- NTP 339.035 (2018) Hormigón (concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima-Perú.
- NTP 339.185 (2013) Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, Lima-Perú.
- NTP 400.010 (2016) Agregados extracción y preparación de las muestras, Lima-Perú.
- NTP 400.012 (2001) Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, Lima-Perú.
- NTP 400.021 (2001) Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso, Lima-Perú.

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de datos

	INFORME			Código	AE-FO-63			
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136			Versión	01			
				Fecha				
				Página	1 de 1			
Proyecto : - : Fabricación de concreto f'c 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024				Registro N°: IGC20-LEM-177-02				
Solicitante : -				Muestreado por : Solicitante				
Atención : -				Ensayado por : ERIK VARGAS E.				
Ubicación de Proyecto : -				Fecha de Ensayo: -				
Material : Agregado Fino				Turno: Diurno				
Código de Muestra : --- Procedencia : No indica N° de Muestra : --- Progresiva : ---								
AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA								
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"	
4"	100.00 mm					100.00	100.00	
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00	
3"	75.00 mm					100.00	100.00	
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00	
2"	50.00 mm					100.00	100.00	
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00	
1"	25.00 mm					100.00	100.00	
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00	
1/2"	12.50 mm					100.00	100.00	
3/8"	9.50 mm	35.0			100.00	100.00	100.00	
# 4	4.75 mm	45.0	1.89	1.89	98.11	95.00	100.00	
# 8	2.36 mm	100.0	4.20	6.09	93.91	80.00	100.00	
# 16	1.18 mm	300.0	12.61	18.70	81.30	50.00	85.00	
# 30	600 µm	600.0	25.21	43.91	56.09	25.00	60.00	
# 50	300 µm	955.0	40.13	84.03	15.97	5.00	30.00	
# 100	150 µm	265.0	11.13	95.17	4.83	0.00	10.00	
Fondo	-	80.0	3.36	98.53	1.47	-	-	
Modulo de Fineza							2.50	
							TMN	---
CURVA GRANULOMÉTRICA								
								
GOVIZA MIX								
TECNICO LEM		JEFE LEM			CQC - LEM			
Nombre y firma:		Nombre y firma:			Nombre y firma:			



INFORME		Código
DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15		Versión
		Fecha
		Página

Proyecto : Fabricación de concreto f'c 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024. Registro N°: **G&G-LEM**

Solicitante : - Muestreado por :
Atención : - Ensayado por : ERIK VARGAS E.
Ubicación de Proyecto : - Fecha de Ensayo :
Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : No indica
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

	IDENTIFICACIÓN	1	2	3
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	502.9	500.0	507.0
B	Peso Frasco + agua	672.0	650.9	650.9
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	984.7	960.7	960.7
D	Peso del Mat. Seco	495.3	492.5	492.5
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = D/(B+A-C)		2.60	2.59	2.597
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = A/(B+A-C)		2.64	2.63	2.636
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = D/(B+D-C)		2.71	2.70	2.704
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.5	1.5	1.5

GOVIZA MIX SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:



INFORME

CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19

Código	AE-FO-87
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

PROYECTO : Fabricación de concreto Fc 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024 EGISTRO N°: **IGC20-LEM-177-01**

SOLICITANTE :- MUESTREADO POR : Solicitante

CÓDIGO DE PROYECTO : --- ENSAYADO POR : ERIK VARGAS E.

UBICACIÓN DE PROYECTO :- FECHA DE ENSAYO : -

TURNO : Diurno

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	245.6	---
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	2594.1	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	2584.8	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.40	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Peso del Recipiente	g	109.9	---
2	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	523.2	
3	Peso del Recipiente + muestra seca	g	518.7	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.10	

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

	INFORME	Código	AE-FO-78
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Fabricación de concreto f'c 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024- Registro N°: **IGC20-LEM-177-05**
 Solicitante : - Muestreado por : Solicitante
 Atención : - Ensayado por : ERIK VARGAS E.
 Ubicación de Proyecto : - Fecha de Ensayo: -
 Material : Agregado Grueso Turno: Diurno

Tipo de muestra : ---
 Procedencia : No indica
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

DATOS		A	B
1	Peso de la muestra sss	2721.0	2611.2
2	Peso de la muestra sss sumergida	1735.2	1662.0
3	Peso de la muestra secada al horno	2699.4	2590.4

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	1.724	1.713	1.719
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	1.793	1.779	1.786
PESO ESPECIFICO APARENTE	1.851	1.835	1.843
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.89	2.96	2.93

GOVIZA MIX SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:



INFORME		Código
DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a		Versión
		Fecha
		Página

Proyecto : - Fabricación de concreto f'c 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024 Registro N°: **G&G-LEM**

Solicitante : - Muestreado por :
Atención : - Ensayado por : **ERIK VARGAS E.**
Ubicación de Proyecto : - Fecha de Ensayo: -
Material : Agregado Grueso Turno:

Código de Muestra : ---
Procedencia : No indica
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m3)	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.586	14.561	
Peso de muestra suelta (kg)	11.077	11.052	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1570	1566	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.509	3.509	
Volumen de molde (m3)	0.007056	0.007056	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	16.280	16.345	
Peso de muestra suelta (kg)	12.771	12.836	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1810	1819	

GOVIZA MIX SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

**INFORME****DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a**

Código AE-FO-101

Versión 01

Fecha 30-04-2018

Página 1 de 1

Proyecto : Fabricación de concreto f'c 210kg/cm2 con areniscas cuarzosas, fibras de polipropileno recicladas de mascarillas faciales y aditivo hiperplastificante, Pasco – 2024 Registro N°: **IGC20-LEM-177-07**Solicitante : - Muestreado por : Solicitante
Atención : - Ensayado por : ERIK VARGAS E.
Ubicación de Proyecto : - Fecha de Ensayo: -
Material : Agregado Grueso Turno: DiurnoCódigo de Muestra : ---
Procedencia : No indica
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---**PESO UNITARIO SUELTO**

IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	19.580	19.580	19.580	
Volumen de molde (m3)	0.008550	0.008550	0.008550	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	32.700	32.660	32.680	
Peso de muestra suelta (kg)	13.120	13.080	13.100	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1534.50	1529.82	1532.16	1532.16

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	3	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	19.580	19.580	19.580	
Volumen de molde (m3)	0.008550	0.008550	0.008550	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	34.900	34.860	34.740	
Peso de muestra suelta (kg)	15.320	15.280	15.160	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1791.81	1787.13	1773.10	1784.02

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:

REGISTRO FOTOGRAFICO



IMAGEN 01. Selección de materiales para la elaboración de concreto $f'c=210$ kg/cm².



IMAGEN 02. Materiales a usar en sus respectivos recipientes de acuerdo a la dosificación para la elaboración de concreto $f'c=210$ kg/cm².



IMAGEN 03. *Pesaje de las fibras de mascarillas reciclada.*



IMAGEN 04. *Pesaje del hiperplastificante.*



IMAGEN 05. *Arenisca cuarzosa para la elaboración de concreto $f'c=210$ kg/cm².*



IMAGEN 06. Adición de agregado grueso a la mezcladora de concreto.



IMAGEN 07. Adición de agua a la mezcladora de concreto.



IMAGEN 08. Adición de agregado fino a la mezcladora de concreto.



IMAGEN 09. Adición de arenisca cuarzosa a la mezcladora de concreto.



IMAGEN 10. Adición de cemento a la mezcladora de concreto.



IMAGEN 11. Esperamos que la mezcladora combiné bien los materiales.



IMAGEN 12. Vertido de la mezcla para poder realizar los ensayos correspondientes.



IMAGEN 13. Se realiza el ensayo de slump..



IMAGEN 14. *Se realizará el llenado del cono de Abrams dando 25 golpes de forma espiral.*



IMAGEN 15. *Medimos el asentamiento del concreto.*



IMAGEN 16. *Ensayo de contenido de aire.*



IMAGEN 17. *Se realizará el llenado de la olla Washington dando 25 golpes de forma espiral.*



IMAGEN 18. Una vez terminado se procederá con el sellado y añadiremos agua a las válvulas.



IMAGEN 19. Procedemos con la lectura del ensayo.



IMAGEN 20. Lectura del ensayo realizada el cual nos da como resultado 1% de contenido de aire.



IMAGEN 21. Muestreo de probetas.



IMAGEN 22. *Varillado uniforme de forma espiral en los moldes de probetas.*



IMAGEN 23. *Enrasado final de los moldes.*



IMAGEN 24. *Colocado de las probetas una vez desmoldadas para el respectivo curado.*



IMAGEN 25. *Toma de dimensiones de la probeta a ensayar.*

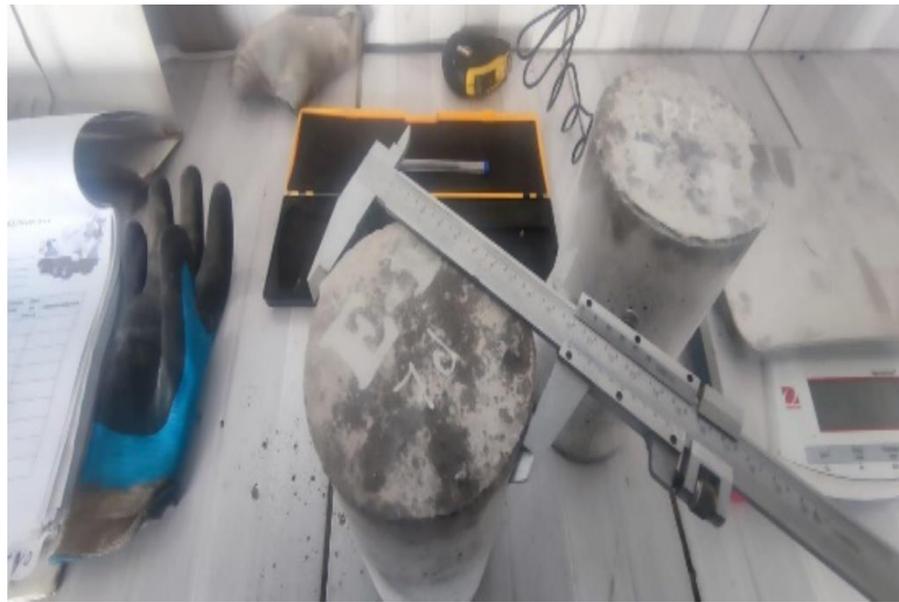


IMAGEN 26. *Toma de dimensiones de la probeta.*



IMAGEN 27. *Ensayo a compresión.*



IMAGEN 28. *Pobreta ya ensayada.*



IMAGEN 29. *Espécimen ensayado con falla tipo B cono y separación.*