

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Efectos de la adición del granito pulverizado en las
propiedades mecánicas del concreto autocompactante f'c
210kg/cm² – Carhuaz -2023**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Dextre Lliuya Franklin Gustavo

Asesor

Solar Jara, Miguel Ángel (orcid.org/0000-002-2361-2064)

Chimbote – Perú

2023

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	2
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS.....	iv
PALABRAS CLAVES.....	v
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	vi
TÍTULO.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA	29
III. RESULTADOS	33
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	49
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES.....	55
VII. AGRADECIMIENTOS.....	56
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
IX. ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamices para el agregado grueso y fino	12
Tabla 2. Diseño final para 01 m ³ de concreto	20
Tabla 3. Dosificación en peso	20
Tabla 4. Conceptuación y operacionalización de variables	25
Tabla 5. Diseño de mezclas	28
Tabla 6. Tamaño de muestra	29
Tabla 7. Composición química del polvo del granito pulverizado mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX)	32
Tabla 8. Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 07 días	34
Tabla 9. Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 14 días	35
Tabla 10. Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 28 días	36
Tabla 11. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 7 días	37
Tabla 12. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 14 días	38
Tabla 13. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 28 días	39
Tabla 14. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 7 días	40
Tabla 15. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 14 días	41
Tabla 16. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 28 días	42
Tabla 17. Análisis comparativo de resistencia a la compresión de concretos a los 7 días	43
Tabla 18. Contenido de humedad del agregado fino	67

Tabla 19. Contenido de humedad del agregado grueso	67
Tabla 20. Granulometría del agregado fino	68
Tabla 21. Granulometría del agregado grueso	70
Tabla 22. Gravedad específica y absorción del agregado fino	71
Tabla 23. Análisis granulométrico del agregado grueso	72
Tabla 24. Peso unitario suelto	74
Tabla 25. Peso unitario compactado	75
Tabla 26. Peso unitario suelto	75
Tabla 27. Peso unitario compactado	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ensayo de flujo de extensión	21
Figura 2. Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 07 días	34
Figura 3. Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 14 días	35
Figura 4. Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 28 días	36
Figura 5. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 7 días	37
Figura 6. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 14 días	38
Figura 7. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 28 días	39
Figura 8. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 7 días	40
Figura 9. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 14 días	41
Figura 10. Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 28 días	42
Figura 11. Comparaciones de las resistencias a la compresión de concreto patrón y con adición de 5% y 8% de granito pulverizado a los 7 días	43
Figura 12. Comparaciones de las resistencias a la compresión de concreto patrón y con adición de 5% y 8% de granito pulverizado a los 14 días	44
Figura 13. Comparaciones de las resistencias a la compresión de concreto patrón y con adición de 5% y 8% de granito pulverizado a los 28 días	45
Figura 14. Análisis comparativo de resistencia a la compresión de concretos a los 28 días	46
Figura 15. Curva Granulométrica del agregado fino	69
Figura 16. Curva Granulométrica del agregado grueso	70

PALABRAS CLAVES:

Tema	:	Propiedades mecánicas del concreto
Especialidad	:	Construcción y Gestión de la Construcción

Key Word:

Tema	:	Mechanical properties of concrete
Especialidad	:	Construction and Construction Management

Líneas de investigación	Área	Sub área	Disciplina
Construcción y Gestión de la construcción	Ingeniería, Tecnología	Ingeniería Civil	Ingeniería de la construcción



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f_c=210\text{kg/cm}^2$ - Carhuaz -2023 " del (a) estudiante: DEXTRE LLIUYA FRANKLIN GUSTAVO, identificado(a) con Código N° 1413100333, se ha verificado un porcentaje de similitud del 30%, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 12 de enero de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

TÍTULO

Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210kg/cm² – Carhuaz -2023

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar el efecto de la adición de granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023., la hipótesis consistió en que la adición de granito pulverizado tiene efecto positivo en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$. El tipo de investigación fue aplicada, experimental, la muestra tuvo 36 probetas de concreto, se usó la observación y la ficha de registro de dato. Se concluyó que los efectos de la adición de granito pulverizado en 5% genera mayor resistencia a la compresión que el concreto patrón y que el concreto con adición de 8% de granito pulverizado, el promedio de las resistencias a la compresión fueron 216.67 kg/cm^2 para el concreto patrón, 235.16 kg/cm^2 para el concreto con adición de 10% de granito pulverizado y, 224.65 kg/cm^2 para el concreto con adición de 8% de granito pulverizado. Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas, y la composición química del granito pulverizado. El peso específico del granito pulverizado fue 3.20 gr/cm^3 y en 92% de cemento y 8% de granito pulverizado fue 3.107 gr/cm^3 . La relación A/C del concreto patrón fue 0.684 y, los concretos experimentales de 5% y 8%.

Palabras claves: Concreto autocompactante, resistencia a la compresión, granito pulverizado, propiedades físicas y mecánicas, composición química.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the effect of the addition of pulverized granite on the mechanical properties of self-compacting concrete $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023., the hypothesis was that the addition of pulverized granite has a positive effect on the mechanical properties of self-compacting concrete $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The type of research was applied, experimental, the sample had 36 concrete specimens, observation and the data record sheet were used. It was concluded that the effects of the addition of 5% pulverized granite generates greater compressive strength than standard concrete and that concrete with the addition of 8% pulverized granite, the average compressive strength was 216.67 kg/cm^2 for standard concrete, 235.16 kg/cm^2 , for concrete with addition of 10% pulverized granite and 224.65 kg/cm^2 for concrete with addition of 8% pulverized granite. The physical and mechanical properties and chemical composition of the pulverized granite were determined. The specific gravity of pulverized granite was 3.20 gr/cm^3 and in 92% cement and 8% pulverized granite it was 3.107 gr/cm^3 . The A/C ratio of standard concrete was 0.684 and experimental concretes were 5% and 8%.

Key words: Self-compacting concrete, compressive strength, pulverized granite, physical and mechanical properties, chemical composition.

I. INTRODUCCIÓN

Se han analizado y estudiado varias investigaciones antecedentes de tipo internacional, nacional y local, de las variables, objetivos, dimensiones, los resultados y las conclusiones teniendo en cuenta las variables, objetivos, dimensiones e indicadores de la presente investigación. Así se ha tenido a como investigación internacional a Sawekchai et al (2021) en el artículo “The influences of granite industry waste on concrete properties with different strength grades” investigaron las influencias de los desechos de partículas de granito derivados de la industria como materiales de reemplazo de la arena natural. Los estudios experimentales se establecieron para hormigones de baja resistencia (20 MPa) y alta resistencia (50 MPa) con la variación de reemplazar porcentajes de residuos de partículas de granito, 0 % hasta el 50 % de la arena natural requerida. Como resultado tuvieron que las caídas de los hormigones de baja y alta resistencia disminuyeron con los porcentajes más altos de inclusión de residuos de granito. El hormigón con un 50 % de partículas de granito dio el valor de caída más bajo. El tiempo de fraguado del hormigón de alta resistencia se redujo con una cantidad de residuos de granito superior al 30 %. Concluyeron que no encontraron variación significativa en el tiempo de fraguado para el hormigón de baja resistencia con residuos de granito. La resistencia a la compresión con 50 % de partículas de granito fue similar a la del hormigón convencional, la resistencia a la tracción del hormigón se redujo con el incremento de partículas de granito. El efecto fue más significativo en el concreto de baja resistencia.

Arjun Siva Rathan & Sunitha (2020) en un artículo científico titulado “Mechanical and microstructural study on interlocking concrete block pavers using waste granite dust” identificaron la proporción ideal de incorporación de polvo de piedra al hormigón. El objetivo principal fue determinar su uso en la producción de pisos cerrados de concreto, reemplazando hasta un 30% de la arena por polvo de grano. Como resultados tuvo que la densidad del polvo de granito de residuos secos fue 1532 kg / m³, lo cual fue comparativamente menor

a la densidad de la arena de 1719 kg / m³, esta reducción de peso ayudó a facilitar el manejo de los bloques de adoquines. La resistencia a la compresión, a la tracción dividida y resistencia a la flexión mostraron incremento en la resistencia hasta 25% del polvo de granito residual como reemplazo de la arena. El aumento porcentual de las propiedades de resistencia a la presión, resistencia a la tracción dividida y resistencia a la flexión fue de 15,48, 12,37 y 9,94%, respectivamente. Concluyeron que, a partir de los resultados de las pruebas de propiedades mecánicas, el porcentaje óptimo de sustitución de arena con polvo de granito residual en la fabricación de ICBP fue de 25%.

Asimismo, se tiene la investigación de Gupta & Vyas (2018) en el artículo científico denominado “Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder” abordaron el objetivo de conocer el impacto en las propiedades mecánicas que tiene el mortero de cemento cuando se adiciona polvo de granito. Trabajó con agregado fino en las mezclas de mortero de cemento con reemplazo de polvo de granito residual en el rango de 30 a 40% en volumen. Tuvo como resultado que el requerimiento de agua se redujo en un 7 y 3% al 30 y 40% por reemplazo de volumen respectivamente en morteros mezclados. Este menor contenido de agua para la misma cantidad de trabajabilidad contribuyó en la mejora de otras propiedades mecánicas de tales morteros. La resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y la resistencia adhesiva se incrementaron en un 4%, 23% y 23% respectivamente en comparación con las del mortero de control en proporción de mezcla 1: 4. La sustitución por polvo de granito residual también aumentó el volumen de cemento hidratado. Concluyeron que los morteros mezclados funcionan mejor que los convencionales y, por lo tanto, pueden usarse de manera segura para trabajos de albañilería.

Continuando con la exploración de investigaciones relacionadas, Karmegam & Kalidass (2019) en su Artículo científico titulado “Reuse of Granite Cutting Waste in Self-Compacting concrete With Low-Volume Fraction Polypropylene Fiber” decidieron examinar experimentalmente el potencial de uso de los

desechos de corte de granito (GSW) en el desarrollo de hormigón autocompactante reforzado con fibras (FRSCC) usando fibras de polipropileno (PP). Como resultados obtuvieron que la efectividad de los residuos de aserrado o polvo de granito con adición de 5, 10, 15 y 20% en peso en lugar de cemento mejoraron significativamente los valores de las resistencias a la compresión en sus respectivos porcentajes de adición. En el proceso usaron fibras de polipropileno en fracciones de volumen de 0.05, 0.1 y 0.15%. concluyeron que la reutilización de los residuos de aserrado de granito mejoró significativamente la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción de división.

Por otro lado, a nivel nacional, se han analizado investigaciones antecedentes sobre el mismo tema que abordan, estos fueron Atoche (2022) en la tesis de grado titulada “Incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto” desarrollada en la Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú; se trazó el objetivo de realizar la incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto. Aplico investigación aplicada, de enfoque cuantitativo, con diseño experimental. Trabajo con 45 probetas y 45 vigas de concreto. Aplicó la observación y análisis como técnica, a la guía de observación y guía de documentos como instrumento.

Los resultados mostraron que cuando se incluyó polvo de granito en reemplazo parcial de arena en proporciones porcentuales del 10%, 15%, 20% y 30% durante períodos de curado de 7, 14 y 28 días, se observó un aumento en la resistencia a la corrosión. en mayores proporciones. polvo de granito. En la versión con 30% de polvo de granito, el incremento fue del 17%, alcanzando una resistencia media de 272,5 kg/cm². Al 20% se registró un promedio de 262,3 kg/cm² frente al concreto estándar que fue de 233 kg/cm², logrando un aumento del 13% en la resistencia a la compresión.

En cuanto a la resistencia a la flexión, el módulo de tracción promedio fue de 40 kg/cm², mientras que el hormigón con un 20% de polvo de granito alcanzó los

35 kg/cm². El diseño óptimo se sugirió con un 20% de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena, ya que presentó una resistencia promedio de 268.6 kg/cm² frente a los 233 kg/cm² del concreto estándar, logrando una mejora del 13% en la resistencia a la compresión. En términos de resistencia a la flexión, se demostró un módulo de rotura promedio de 40 kg/cm² en comparación con 35 kg/cm² para el hormigón en polvo de granito. Así, se concluyó que al aumentar el porcentaje de inclusión de polvo de granito, existe un aumento en la resistencia a compresión y flexión del concreto.

Luego se analizó la investigación de Huamán y Maza (2021) en la tesis de grado denominada “Polvo de mármol y aditivo superplastificante para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante” desarrollada en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú; se plantearon como objetivo la determinación del porcentaje de polvo de mármol para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante; el estudio fue documental, bibliográfica y descriptiva, aplicaron el método deductivo de enfoque cuantitativo, tipo de investigación exploratorio, de diseño experimental. La población estuvo conformada por mezclas de concretos, la muestra estuvo conformada por 225 probetas de concreto. Encontró que la adición del polvo de mármol provocó un aumento significativo de la resistencia a la compresión del hormigón autocompactante. Al agregar una dosis precisa de polvo de mármol, pudimos aumentar la resistencia a la compresión hasta en un 19 % en comparación con la muestra de control. Con la adición de un 10% de polvo de mármol, se registraron resistencias máximas de 791 kg/cm² y 617 kg/cm² después de 28 días. Concluimos que la introducción del porcentaje ideal de polvo de mármol junto con el superplastificante ayuda a incrementar la compresión del hormigón autocompactante.

También se analizó la investigación antecedente de Espinoza y Pipa (2021) en la tesis de grado denominada “residuos de cerámica como sustitución porcentual del agregado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto” realizado en la Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú. Tuvieron como objetivo determinar

los residuos de cerámica como sustitución porcentual del agregado grueso para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Aplicó enfoque cuantitativo, tipo aplicada de nivel explicativa, diseño de la investigación experimental. Trabajó con población y muestra de 36 probetas de concreto. Tuvo como resultado que el concreto con 10% de residuos de cerámica en el agregado grueso se incrementó en 2%. Para el caso de 20% se incrementó en 10% y para el caso de 30% se incrementó en 6.3%, que en función a la permeabilidad el porcentaje de residuos de cerámica la máxima para un 10% de residuos de cerámica corresponde a 16% de incremento, para el 20% corresponde un 52% y finalmente para el 30% corresponde un 59% de incremento en el porcentaje de permeabilidad. Concluyeron que la adición de residuos de cerámica mejora las propiedades mecánicas y físicas del concreto menos al módulo de elasticidad, la cual fue afectado negativamente con excepción de la adición de 10% donde incrementó 1%.

Chanta y Zuta (2020) en su tesis final titulada “Efecto de los aditivos a base de policarboxilatos en las propiedades del concreto autocompactante” realizada en la Universidad Ricardo Palma de Lima, Perú, plantearon como objetivo general la definición de aditivos. a base de policarboxilato para mejorar las propiedades del hormigón autocompactante. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo aplicado y un nivel descriptivo con un diseño de investigación preexperimental. La población y muestra consistieron en 65 pruebas de asentamiento, 57 pruebas de estabilidad de tamiz y 49 pruebas de resistencia a la compresión.

Los resultados muestran que el mejor asentamiento se logró a un valor de 780 mm con la inclusión de 0,45% de aditivo PCE, una viscosidad de 0,15% y una relación agua/cemento de 0,38. La resistencia a la segregación alcanzó 73,48

MPa como resistencia última a compresión después de 28 días, con una relación agua/cemento de 0,37 y una adición de PCE de 0,30%. En conclusión, se destacó que los aditivos de policarboxilato tienen un efecto sobre las propiedades del hormigón autocompactante.

Sotomayor (2019). En su estudio de grado titulada. “Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento portland tipo IP elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de Cullpahuanca - Quiquijana Quispicanchi– Cusco” realizada en la Universidad Andina del Cusco. Se planteó el objetivo de contrastar las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del mortero convencional y el mortero tipo IP fabricado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% provenientes de la cantera específica del área de estudio. La investigación se basó en un enfoque cuantitativo de tipo aplicado y nivel descriptivo, con un diseño de investigación experimental. La población bajo estudio consistió en el mortero con un total de 36 probetas.

Los resultados revelaron que a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución del cemento tipo I por la puzolana proveniente de la cantera de Ccocha, la fluidez disminuye en comparación con el estándar tipo IP. También se observó que a medida que aumenta la relación agua/cemento mejora la fluidez de la matriz. Se encontró que un anillo mortuario elaborado con puzolana al 28% tuvo resistencia superior al estándar, demostrando que a los 28 días el vidrio prismático o piso de muerte con reposición de puzolana al 28% logró resistencia superior al estándar patrón. Finalmente, se encontró que, al aumentar la adición de cemento tipo I para puzolana, la fluidez disminuye con relación al estándar tipo IP; incluso después de 28 días, la resistencia a la adherencia, flexión y adherencia de los muertos con reposición de puzolana al 28% es mayor que la resistencia del bloque de concreto. Con el fin de obtener información sobre la situación actual de la aplicación o conocimiento de las variables de estudio, se examinó la investigación previa a nivel local llevada a cabo por Pantoja (2017). En su tesis de grado titulada "Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución del 10% y 15% del cemento por polvo de rocas ígneas," realizada en la Universidad San Pedro en Huaraz, Perú, Pantoja se propuso determinar la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia especificada de $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo el 10% y 15% del cemento por polvo de rocas

ígneas de tipo granito. El estudio fue aplicada, explicativa y de enfoque cuantitativo, de diseño experimental. Los resultados revelaron que al sustituir el 10% del cemento por polvo de cuarzo, la resistencia a la compresión del concreto patrón alcanzó los 266.47 kg/cm², mientras que al sustituir el 15% por polvo de granito, la resistencia a la compresión fue de 280.10 kg/cm². En cuanto a la resistencia del concreto patrón, se registraron promedios de 147.14 kg/cm² a los 7 días, 179.75 kg/cm² a los 14 días y 234.91 kg/cm² a los 28 días. En comparación, la resistencia a los 7 días del concreto con polvo de cuarzo al 10% promedió 177.27 kg/cm², a los 14 días fue de 212.76 kg/cm², y a los 28 días alcanzó un promedio de 266.47 kg/cm². Por otro lado, el concreto con polvo de granito al 15% exhibió resistencias medias de 200.58 kg/cm² a los 7 días, 236.77 kg/cm² a los 14 días y 280.10 kg/cm² a los 28 días. Se concluyó que la adición de cuarzo y polvo de granito en porcentajes específicos resulta en un aumento significativo en la resistencia a la compresión del concreto patrón.

Adición del granito pulverizado. El granito se conceptúa como una roca ígnea, la misma que ha sido generada debido al enfriamiento de las lavas volcánicas, también se considera como que es fundido aluminico (Lozano et al, 2020). Este tipo de granito ha tenido su información en las inmediaciones de la corteza de la tierra, se puede obtener ahora en la superficie debido a las fuerzas volcánicas y el proceso de enfriamiento, Es por ello que presentan en su forma procesos de cristalización la cual le da una textura particular a este tipo de roca (Marulanda, 2018).

Este tipo de material, que generalmente se usa en procesos industriales, así como también en procesos de construcción, también puede usarse alternativamente como materia adicionada en la elaboración del concreto, específicamente en morteros autocompactantes. En el diseño de mezclas puede utilizarse como adición en peso de cemento, adición en peso de agregados, adición en volúmenes de agregados, todo ello con la finalidad de generar una mejora la auto Compactación. morfológicamente esta roca cuando es adicionada en forma de

polvo puede rellenar los poros que se forman en el concreto (Lozano et al., 2020; Okamura & Masahiro, 2003).

Concreto autocompactante: Se trata de una mezcla que exhibe la capacidad de fluir y ocupar cualquier área del encofrado, atravesar áreas con una alta densidad de refuerzo de acero u otros obstáculos, únicamente bajo la influencia de su propio peso, prescindiendo de cualquier método externo de compactación y sin mostrar signos de segregación o bloqueo. La consecución de este comportamiento particular requiere la inclusión de materiales diferentes a los convencionales.

Propiedades mecánicas del concreto autocompactante.

Concreto Autocompactante. Se denomina concreto autocompactante en concreto que presenta aquella propiedad que le permite consolidarse en función a su mismo peso sin que se aplique el proceso de vibración, incluso en encofrados estrechos y que puedan estar armados de forma densa. este tipo de concreto son considerados como concretos de alto desempeño, teniendo como propiedad de fluir por sí misma, es decir ese auto compacta automáticamente, de esta forma asegura la continuidad en el endurecimiento del concreto (Chután, 2004; Okamura & Masahiro, 2003).

El concreto auto compactante dispone de una propiedad que se presenta en el estado fresco, la cual es la auto compactación, esta propiedad garantiza una correcta consolidación y compactación del concreto en la forma estructural, por lo tanto, se considera como un concreto que presenta considerable trabajabilidad, esta propiedad de auto compactarse permiten conectar las propiedades este tipo de concreto en su estado fresco en relación al desempeño el concreto que ya presenta estado endurecido, que esto se debe aquí existe homogeneidad y su característica mecánica y de durabilidad (Huamaní, 2018; Álvarez, 2014).

Este tipo de concreto presenta la capacidad de compactarse por medio de la gravedad, con esta propiedad el concreto cubre todo el volumen del encofrado, incluso puede discurrir entre la estructura del encofrado sin que se le aplique procesos de compactación de forma externa o interna, tiene la capacidad de

mantener en el volumen que ocupa sin presentar segregaciones, Exudaciones o sangrado del concreto, así como también no presenta bloqueo hacia los agregados. otra característica que presenta ese tipo de concreto es la viscosidad la cual tiene consistencia fluida (Garavito, 2017).

La auto compatibilidad que presenta como característica ciertos concretos favorece la trabajabilidad del concreto, esto significa que, cuando este tipo de concreto es colocado añadir encofrado, el concreto se adapta por sí solo, llenando toda la estructura, sin que se aplique algún tipo de energía en forma de vibraciones, debido a que el concreto por sí solo llene el volumen del encofrado por acción de la gravedad. este tipo de concreto, estado fresco Dispone de la propiedad de auto compactación, esto significa que puede tener la capacidad de cumplir al mismo tiempo 3 necesidades, tales como, la capacidad de relleno, la capacidad de paso, así como la resistencia a la segregación (Vilanova, 2009; Burón, 2006).

Características, este tipo de concreto se caracteriza por que presenta deformabilidad debido a la fluidez, la viscosidad y la cohesión pertinentes que dispone debido a su diseño de mezcla (Coppola, 2000). Cuando la característica de las fluidez del concreto es alta, esta le asigna la propiedad de que pueda ser fácilmente colocada en encofrado y el relleno en concreto, mientras que la cohesión y la viscosidad de forma moderada evitan la formación de segregación infraestructura, de esta manera garantiza una deformabilidad constante y uniforme cuando el concreto es colocado en encofrado; por lo tanto, la característica de que sea fácil para encofrar y que presente paso entre el encofrado, se consideran como parámetros muy importantes entre las características de este concreto (Atoche, 2022; Gupta & Vyas, 2018).

De acuerdo con la literatura científica, en el concreto autocompactante presenta las características siguientes: capacidad de relleno, que consiste en completar o rellenar los espacios en donde es vertido o llenado, lo cual puede ser generalmente el encofrado, esto lo realiza mediante la acción de su propio peso, esto significa por la acción de la gravedad, sin que sea necesario el proceso de

vibrado o de compactación (Metha y Monteiro, 2013). Otra característica es la capacidad de paso, esta característica hace referencia a la capacidad de fluir a través de las barras de refuerzo, que son las barras de acero o fierro, sin que pudiera presentar bloqueo durante el proceso de fluir (Rivva, 2015; Abanto, 2005). Otra capacidad de este tipo de concreto es la resistencia a la segregación, capacidad que consiste en tener consistencia fluida sin que pueda ocurrir la segregación. las consideraciones para que un concreto sea tomado en cuenta como auto compactable debe presentar estas tres características, así como también, en concreto debe tener buena estabilidad para que puede soportar la segregación (Neville y Brooks, 2010; Pasquel 1998).

Propiedades del concreto autocompactante en estado fresco. Capacidad de relleno: es una característica del concreto autocompactante en estado fresco, hoy consiste en que el concreto puede cubrir o fluir el volumen que debe ocupar y que es formado por el encofrado, en el llenado lo hace sin la formación de vacío, lo cual es considerado como compactación perfecta, esta capacidad evita el proceso de vibrado o cualquier otro método de compactación externa (Rodríguez, 2016; Guevara et al, 2012).

Viscosidad: Hace referencia a la capacidad de concreto de fluir cuando es vaciado y el encofrado, es estimado como el tiempo medio de flujo cuando circula por un embudo tipo V, un concreto de viscosidad alta va a tener mejor tiempo de flujo En relación con una de velocidad baja (Efnarc, 2002; Okamura, 1997).

Capacidad de paso La característica capacidad de paso hace referencia a la capacidad de poder fluir a través de la estructura de fierro, a la capacidad de evitar a que se produzcan vientos de flujo entre los agregados y la armadura de fierro. esta característica es evaluada mediante ensayo en una caja que tiene forma de L, esto se realiza con la finalidad y establecer la relación de la altura tienes ensayo de anillo J con el propósito de establecer el escurrimiento (Parra y Roxana, 2009; Coppola, 2000).

Resistencia a la segregación: consiste en la capacidad del concreto autocompactante de oponerse a la separación de sus elementos de mezcla y a la pérdida de homogeneidad, cuando en concreto dispone de alta fluidez de autocontratación, dicho concreto está más dispuesto a que presente segregaciones. se considera como concreto autocompactable al concreto que presenta características de que pueda fluir con facilidad, llenar todos los espacios sin necesidad de vibrado, así como también, el concreto debe presentar estabilidad adecuada con la finalidad de soportar a la segregación (Rivva, 2014; SENCICO, 2014)

Propiedades del concreto autocompactante en estado endurecido. Resistencia a la compresión: Ampliamente considerada como la medida más utilizada para evaluar de manera precisa el diseño de mezclas en la elaboración de concretos destinados a diversas estructuras en obras civiles, la resistencia a la compresión se determina a través de la carga de rotura dividida por el área de la sección que resiste la carga o peso. Esta propiedad mecánica, conocida también como la carga máxima que una determinada área puede soportar antes de experimentar falla debido a las fuerzas que actúan sobre ella (Karmegam & Kalidass, 2018). Asimismo, el concreto presenta propiedades de resistencia a la tensión y flexión, aspectos de gran relevancia, aunque no serán considerados en la presente investigación (Rodríguez, 2019; NTP 400.017, 2018).

Componentes de Diseño. Cemento: es una unidad de construcción, se le considera como material utilizado en proceso constructivo, es una sustancia en polvo gris, y cuando es mezclado con el agua, agregados, aditivos, etc., Se convierte en una pasta blanda que gradualmente se va endureciendo en contacto con el aire del medio ambiente y con el agua. también se define como que es un alucinante o aglomerante de los demás materiales que estructuran el concreto (Degliuomini et al, 2020; Wendner et al, 2014).

Agregado Fino: es una unidad de construcción, se le considera como material utilizado en proceso constructivo, es una sustancia en polvo gris, y cuando es mezclado con el agua, agregados, aditivos, etc., Se convierte en una pasta blanda

que gradualmente se va endureciendo en contacto con el aire del medio ambiente y con el agua. también se define como que es un alucinante o aglomerante de los demás materiales que estructuran el concreto (Rivva. 2015; ACI 211.1., 2015).

Agregado Grueso: Se define como el agregado que contiene roca o grava triturada, son tenidas de canteras, analizada y estudiadas en el laboratorio con el propósito de garantizar su calidad. tiene como característica de ser resistente, limpio y duro, generalmente no debe estar cubierto por impurezas, materiales extraños, polvos; impurezas; éstas deben ser reducidos o eliminados con procesos planificados y adecuados, entre ellos el proceso de lavado. La geometría de las partículas que conforman el agregado grueso tiene que ser de forma cúbica, debe estar exenta de partículas delgadas, alargadas o planas en cualquier tipo de tamaños (Okamura & Ouchi, 2003).

Granulometría: El propósito del análisis granulométrico consiste en cuantificar los tamaños de las partículas presentes en los agregados gruesos y finos mediante el uso de tamices de abertura cuadrada, dispuestos en orden decreciente de tamaño. Normalmente, se emplean conjuntos de tamices tanto para el agregado fino como para el agregado grueso:

Tabla 1
Tamices para el agregado grueso y fino

AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tamiz ASTM	Tamiz ASTM
4" (100 mm)	
3 ½" (90mm)	
3" (75mm)	
2 ½" (63mm)	
2" (50mm)	
1 ½" (37.5mm)	
1" (25mm)	
¾" (19mm)	
½" (12.5mm)	
3/8" (9.5 mm)	3/8" (9.5 mm)
Nº4 (4.75mm)	Nº4 (4.75mm)
Nº8 (2.36mm)	Nº8 (2.36mm)

N°16 (1.18mm)

N°16 (1.18mm)

N°30 (0.6mm)

N°50 (0.3mm)

N°100 (0.15mm)

Agua: es una sustancia en estado líquido, no presenta olor, sabor ni color, si presenta en la mayoría de los casos sí estado líquido. el agua utilizada en la elaboración del concreto debe tener ciertas características y propiedades que le permitan aglomerar a los demás elementos del concreto (Efnarc, 2002).

Aditivo Superplastificante: Son aditivos utilizados como material adicionalmente al concreto con la finalidad de alterar o cambiar ciertas características del mismo, generalmente son utilizados para otorgar del concreto mejores características o conductas respecto a su trabajabilidad, características físicas y mecánicas, comprobé la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto (Rodríguez, 2019).

Aplicaciones Este tipo de concreto puede ser aplicado en diversas tareas constructivas cuando procesos constructivos. se apliquen encofrados complejos en dónde un concreto normal exigiría bastante esfuerzo qué proceso de vibración, tal es así que sus principales aplicaciones desde concreto son la construcción de tuberías, drenajes, presas, puentes, túneles, muros, columnas, vigas, etc. (Huamaní, 2018).

Ventajas del Concreto Autocompactante En concreto autocompactante presenta ventajas para el proceso productivo, estos son: reducción en el tiempo de vaciado de concreto en encofrado, mejor trabajabilidad en general, se puede utilizar menos operarios en el proceso de llenado, así como también menos equipos; mejora la compactación del concreto, otorga calidad de acabado bastante aceptable, permite ahorro de costos debido a que evita los resanados de las superficies, permite mayor facilidad de llenado en estructuras complejas, contribuye con la mejora de la ruptura habilidad y concreto debido a que no genera espacios vacíos al interior del concreto, otorga mayor resistencia a la compresión a pesar de disponer la misma cantidad de cemento, da libertades y

posibilidades cómo proceso del diseño estructural, tiene la capacidad de fluir espacios muy reducidos sin que se puedan segregar, permite reducir la contaminación sonora dado que ya no se utilizan los vibradores, en ese sentido también reducen los riesgos relacionados con la salud ocupacional (Huamaní, 2018, p. 19).

Limitaciones del Concreto Autocompactante, se consideran como limitaciones del concreto autocompactante mi vida que te exige un cierto nivel de complejidad para que sea elaborado en obra, el diseño de mezclas requiere la participación luego un especialista, de preferencia un tecnólogo relacionado con la tecnología en concreto, así mismo, requiere de controles de calidad bastante especializado, también requiere aunque sean controlados en función a la calidad de los agregados gruesos y finos, se necesita un material suplementario cuál tío, eso se debe actuar es generalmente externo, también requiere de encofrados que sean bastante resistentes (Okamura & Masahiro, 2003).

Ventajas del concreto autocompactante. Todo concreto presenta ventajas, y el concreto autocompactante no es la excepción, entre sus ventajas se tiene y que contribuye en la minimización del proceso rellenado de concreto hacia el encofrado, ayuda en la reducción de tiempos y costos de mano de obra, esto significa que este tipo de concreto es bastante trabajado, también contribuye en la reducción de maquinaria, mejora la compactación y en concreto visual herencia, mejora el acabado de la superficie de las estructuras, incitando de esta manera procesos de mejora o resanado de superficies, también ayuda bastante y eliminado del concreto un tipo de encofrado complejos y que están densamente armados con fierro o acero, perfecciona la durabilidad de la estructura porque evita dejar espacios brazos, dándole mayor resistencia a la compresión del concreto; contribuye significativamente en el diseño porque la mayor libertad al diseñador en cualquier tipo de estructura, el concreto autocompactante presenta fluidez adecuada el espacio que encofrado reduciendo los costos, minimiza la contaminación sonora porque no permite el uso de vibradores, otra de sus

ventajas consiste en la reducción de riesgos que puedan deteriorar la salud de peones y operarios (Serrano, 2010; Okamura & Ouchi, 2003).

Desventajas del concreto autocompactante. Como todo tipo de concreto, tiene las siguientes desventajas, necesita que se desarrolle un control estricto en el diseño de mezcla, especialmente este diseño debe ser hecho por un profesional competente, de no tener un buen diseño, el concreto podría presentar problemas de segregación, fisuración o problemas de exudación; también presentan en desventaja, en la generación de juntas frías en el proceso de llenado del concreto siempre en cuanto se descuide la continuidad del llenado y su control respectivo (Efnarc; 2002; Ambrosie y Pera, 2001).

Concreto. El concreto es definido como un material bastante sólido, que está compuesto por la cohesión de agregados finos y gruesos, aditivos, puede tener la presencia o no de estructuras Armadas de acero o Fierro, en todos los tipos de concreto se utiliza al agua como líquido elemento, la cual genera las reacciones necesarias para la elaboración del concreto. Si el concreto no dispone de una armadura de acero se le conoce como concreto ciclópeo, caso contrario se le conoce como concreto armado, éste último es usado en estructuras que presenten alta resistencia a la compresión (Omary, et al, 2016; Rivva, 2015).

Propiedades del concreto. Consistencia: Esta propiedad del concreto consiste en la fluidez relativa de la mezcla del cemento con el concreto recién mezclado, hace referencia a la capacidad que tiene el concreto para fluir cuando es vaciado en encofrado o en cualquier otro proceso, la fluidez es la propiedad que facilita la trabajabilidad de la mezcla, la propiedad de consistencia tiene que estar de acuerdo con lo normado por ASTM C230 (Mehta y Monteiro, 2013).

Resistencia a la compresión: Esta propiedad es la razón por la cual el concreto es utilizado en la construcción civil, debido a que está propiedad le da la resistencia para soportar altas cargas vivas o muertas sobre la superficie de la estructura de concreto. Esta propiedad se mide en laboratorio teniendo en cuenta los días en que se ha preparado en concreto, las mediciones se realizan a los 7,

14 y 28 días de su elaboración. teóricamente se establecido una resistencia a la compresión patrón que equivale a 210 Kg/cm². La prueba de resistencia a la compresión se realiza aplicando la norma NTP 339.034 (Serrano, 2010).

Finura: La propiedad de finura hace referencia a la liberación de calor, a la rapidez puntos ingrata concreto, cuando está propio es mayor quiniela más velocidad de hidratación conduciendo a una mejora en la resistencia a la compresión, La medición de esta propiedad está considerada normativamente por ASTM C325, C430 (Neville y Brooks, 2010).

Fraguado: Es la propiedad del concreto que consiste en la capacidad de perder plasticidad, es decir a la capacidad de endurecerse en función al tiempo, por lo tanto, un concreto presenta una velocidad de fraguado, qué hace referencia a que tan rápido se endurece el concreto. el tiempo que se toma es desde el inicio de la producción del concreto hasta que termine el proceso de fraguado, que generalmente es 28 días, esta propiedad está considerada normativamente por ASTM C150 (Mehta y Monteiro, 2013).

Agregados. Se denomina agregados a los materiales naturales o procesados obtenidos en canteras y que están constituidas por arenas y piedras de diferentes tamaños, estos componentes en su calidad y tamaño están regidos por la norma NTP 400.037 (Parra y Roxana, 2009). Los agregados para el caso de concreto autocompactante utilizan dos tipos de agregados, gruesos y finos. Cada uno de ellos son seleccionados de acuerdo a un número de malla o tamiz. En el caso de concreto autocompactante se aplica menor o igual cantidad de agregado grueso que el agregado fino (Okamura & Ouchi, M, 2003).

Clasificación de los agregados. Agregado fino: Es aquel agregado que en el proceso de tamizado pasa en un 100% el tamiz de 9.5mm (Tamiz 3/8”) según la Norma NTP 400.011. Es conceptuado como partículas finas provenientes de la naturaleza y que han llegado a esa condición mediante un proceso de disgregación, así como también por procesos artificiales de molienda o chancado (Rivva, 2014). Se considera agregado fino específicamente a la arena fina y todo

material considerado como agregado pero que pasen tamiz indicado por la norma.

En el proceso de elaboración del concreto autocompactante la utilización del agregado fino Requiere ciertas exigencias, tales como, el agregado fino debe estar limpio, libre de impurezas o agentes contaminantes, exentos de materia orgánica, sulfatos, sustancias Salinas, así como también cualquier otra sustancia que pueda afectar las propiedades mecánicas del concreto. en el caso de la elaboración de este tipo de concreto se debe utilizar agregado fino que pase el tamiz Número 200 o el tamiz número cuatro. Para la elaboración del concreto autocompactante, la cantidad de agregado fino hacer utilizado debe fluctuar entre 40 y 50% del volumen del concreto; así mismo, se debe ser muy exigente un contenido de humedad (Efnarc, 2002).

El agregado fino debe cumplir con ciertos requisitos, entre ellos: proceder de arena natural o procesada, o una combinación de ambas; las partículas deben mantenerse limpias y preferiblemente presentar un perfil angular, siendo compactas y resistentes; debe estar exento de materiales perjudiciales como polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas. El tamaño del agregado fino debe estar dentro de los límites establecidos por la NTP 400.037. La granulometría del agregado fino, de ser continua preferiblemente, debe retenerse en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, sin superar el 45% en dos tamices consecutivos. En ideal, la granulometría debe ajustarse a los límites definidos por la norma NTP 400.037 (NTP 400.017, 2018).

Agregado grueso. De acuerdo con la tecnología del concreto, se considera agregado grueso aquellos materiales de construcción que es retenido totalmente por el tamiz número cuatro y que también debe cumplir las condiciones establecidas en las normas ASTM C33 y NTP 400.037 de acuerdo con la Norma NTP 400.011 (Rivva, 2014). En la preparación del concreto autocompactante, de acuerdo a normas, hay limitaciones en la utilización del agregado grueso, esta

limitación busca la elaboración de una mezcla uniforme en donde se traten de eludir problemas de bloqueo, esto significa que el concreto en su estado fresco de una fluidez sin problemas por los espacios generados por el encofrado (Mastali & Dalvand, 2017).

De acuerdo con las normas nacionales e internacionales, el agregado grueso debe tener un tamaño entre 16 y 20 mm, pero en la práctica, los estudios del concreto indican que en muchos diseños de mezcla se ha utilizado a partículas de agregado grueso hasta un tamaño promedio de 40 mm.

En la preparación del concreto autocompactante, de acuerdo a las normas, se debe considerar la propiedad de granulometría del agregado grueso debido a que es de gran importancia porque contribuye en la elevación de las resistencias, específicamente resistencia a la compresión, esto se explica por qué el concreto grueso contribuye a la cohesión fuerte de las partículas que presentan ángulos, sin embargo, también se debe tener en cuenta que los agregados gruesos con bordes redondeados mejoran la fluidez en concreto por que presentan fricción reducida interna. Cuando la mezcla de concreto tiene granulometría discontinua Son mejores que la granulometría continúa el mejoramiento de la resistencia a la compresión, pero tienen menor fluidez (Efnarc, 2002).

Granito pulverizado: Se describe el granito como una roca ígnea que resulta del proceso de enfriamiento del magma o líquido de aluminio fundido. Este tipo de roca se forma en profundidades considerables de la corteza terrestre, y su enfriamiento da lugar a la aparición de cristales de gran tamaño, conferiéndole la textura cristalina distintiva que caracteriza a este material (Marulanda, 2018).

Este material pétreo, también conocido como piedra berroqueña, se describe como una roca ígnea de tonalidad clara y grano grueso, compuesta principalmente por cuarzo en un porcentaje que alcanza hasta el 20%. Además, contiene feldespato y mica, que son cristales eucráticos de dimensiones que varían de medianas a grandes. Según los estándares de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, el término "granito pulverizado" hace referencia a una

composición específica. Aunque el término "granito" se utiliza tanto en la geología como fuera de ella, en un sentido más amplio se engloba a las rocas tonalitas y sienitas de cuarzo. Para un uso más generalizado del término "granito", los científicos han adoptado la expresión "granitoide".

Dimensiones de Propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'_c=210\text{kg/cm}^2$

Fluidez del concreto: Movilidad del concreto autocompactante con resistencia a la compresión de $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$ y adición del 5% de granito pulverizado, movilidad del concreto autocompactante con resistencia a la compresión de $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$ y adición del 8% de granito pulverizado.

Resistencia a la compresión con un 5% de granito pulverizado: Resistencia a la compresión del concreto autocompactante con la inclusión del 5% de granito pulverizado a los 7 días, Resistencia a la compresión del concreto autocompactante con la inclusión del 5% de granito pulverizado a los 14 días, Resistencia a la compresión del concreto autocompactante con la inclusión del 5% de granito pulverizado a los 28 días (Rivva, 2015).

Resistencia a la compresión con un 8% de granito pulverizado: Resistencia a la compresión del concreto autocompactante con la incorporación del 8% de granito pulverizado a los 7 días, Resistencia a la compresión del concreto autocompactante con la incorporación del 8% de granito pulverizado a los 14 días, Resistencia a la compresión del concreto autocompactante con la incorporación del 8% de granito pulverizado a los 28 días (Neville y Brooks, 2010).

El diseño de mezclas implica la implementación de una serie de actividades destinadas a producir un concreto autocompactante, denominado patrón con resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{ kg/cm}^2$, así como la dosificación óptima de los materiales constituyentes del concreto, ajustada a los requisitos técnicos específicos de cada proyecto. Se llevaron a cabo tres diseños de mezcla para satisfacer los siguientes requerimientos: Concreto patrón (sin la adición de

granito pulverizado), Concreto con un 5% de granito pulverizado en reemplazo del cemento, y Concreto con un 8% de granito pulverizado en reemplazo del cemento.

Diseño de la mezcla para 1 m³ de concreto. Luego de recopilar los resultados de las pruebas de los agregados, se llevó a cabo el procesamiento utilizando el programa Excel y el diseñador de mezcla para concreto (Método ACI), desarrollado por el investigador.

Tabla 2 *Diseño final para 01 m³ de concreto*

<u>cemento agua</u>	=	408.60	kg/cm ³
efectiva	=	193.943	kg/cm ³
Agregado fino	=	804.767	kg/cm ³
<u>Agregado grueso</u>	≡	<u>790.070</u>	<u>kg/cm³</u>

Fuente: elaboración propia.

Proporciones ponderadas para una mezcla estándar de concreto. Se busca establecer una dosificación basada en el peso que permita calcular los respectivos pesos de cada material para cualquier volumen, empleando los factores indicados a continuación.

Tabla 3 *Dosificación en peso*

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
$\frac{\text{cemento}}{\text{cemento}}$	$\frac{\text{agregado fino}}{\text{cemento}}$	$\frac{\text{agregado grueso}}{\text{cemento}}$	$\frac{\text{agua}}{\text{factorcemento}}$
1.00	1.97	1.93	20.17

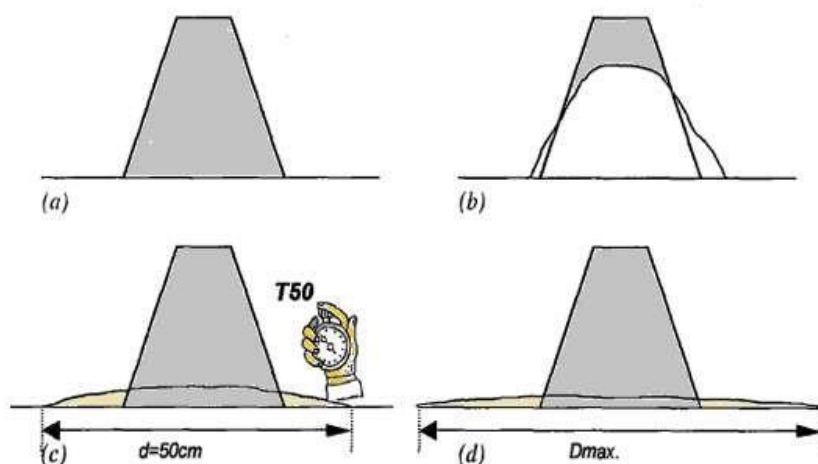
Fuente: elaboración propia.

Prueba de escurrimiento por extensión: Este método es ampliamente utilizado para evaluar las características de los concretos autocompactantes, ya que implica un procedimiento sencillo y utiliza el mismo equipo que el cono de Abrams utilizado en la prueba de asentamiento.

Esta prueba se emplea para evaluar el desplazamiento lateral del concreto fresco cuando no hay obstrucciones presentes. En este contexto, se evalúa la capacidad de la mezcla para fluir y ocupar todos los espacios del molde, únicamente bajo la influencia de su propio peso. Aunque la resistencia a la segregación puede observarse visualmente, la habilidad para atravesar áreas con una alta densidad de obstáculos no puede cuantificarse mediante este ensayo. La información que puede obtenerse de este ensayo es la siguiente:

- D_{max} . (Diámetro máximo alcanzado por la mezcla al momento de esparcirse).
- **T50**. (tiempo que alcanza la mezcla en alcanzar 50 cm de diámetro).
- Grado de segregación (inspección visual).

Figura 1 Ensayo de flujo de extensión



Ensayo de extensión de flujo, (a) al inicio $t=0$, (b) mezcla en proceso de deformación $0 < t < T50$, (c) extensión de flujo de 50 cm. de diámetro, (d) deformación total de la mezcla.

Prueba del “Embudo en V”. El ensayo de embudo en V, también conocido como V- funnel en inglés, se utiliza para evaluar la viscosidad y capacidad de llenado del concreto autocompactante.

Equipo: Embudo en V, fabricado por un material no absorbente, cuchara, balde y plancha, Regla y/o una barra, Cronometro.

Procedimiento: Se realiza la limpieza del embudo y la compuerta de la base, asegurándose de humedecer toda la superficie interna, incluida la compuerta. Luego, se procede a cerrar la compuerta y a verter el concreto en el embudo, evitando cualquier compactación deliberada. Se utiliza una barra para nivelar el concreto en la parte superior del embudo, alineándolo con el borde del mismo. Se coloca un recipiente debajo del embudo para recolectar el concreto. Después de llenar el embudo, se espera un periodo de entre 8 a 12 segundos antes de abrir rápidamente la compuerta y medir el tiempo de flujo del concreto con una precisión de 0,1 segundos.

El flujo ininterrumpido del concreto a través del embudo es esencial. En caso de que se presente algún bloqueo, es necesario repetir el ensayo; si se experimenta un segundo bloqueo, indica que el concreto no posee la viscosidad y la capacidad de llenado requeridas para ser considerado autocompactante.

Razones para la Investigación. Este estudio encuentra su justificación en el ámbito social, ya que al identificar las propiedades mecánicas del concreto autocompactante en comparación con el concreto convencional, especialmente al adicionar un 5% y 8% de granito pulverizado, aportará conocimientos valiosos sobre la fluidez y las resistencias a la compresión en cada tipo de adición y en distintos períodos de fraguado. Este conocimiento beneficiará a las empresas constructoras, propietarios de futuras construcciones y la sociedad en general. Desde una perspectiva económica, el estudio ofrece una justificación sólida. Al entender mejor las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, se pueden reducir los costos asociados con la mano de obra y el proceso de vibrado. Además, al lograr una mayor resistencia a la compresión, se prolongará la vida

útil de las infraestructuras construidas con este tipo de concreto. Este enfoque económico beneficia directamente a las empresas constructoras y a los propietarios de proyectos de construcción.

Asimismo, certifica en la dimensión teórica debido a que las variables estudiadas se van a fundamentar en los principios básicos de la tecnología del concreto, en los fundamentos teóricos de la ingeniería civil, específicamente en la teoría e ingeniería de los concretos autocompactantes, por otro lado, se va a fundamentar teóricamente en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, la fluidez del concreto y la resistencia a la compresión.

El estudio también se justifica en la dimensión práctica porque cualquier empresa constructora va a poder utilizar los diseños de mezcla del Concreto autocompactante, van a poder poner en práctica los procesos de obtención del granito pulverizado, así como también, aplicar en sus cálculos de estructura los valores de las resistencias a las compresiones obtenidas en la presente investigación.

Problema. Realidad problemática. El conocimiento de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante es fundamental en todo proceso de construcción civil que implique el uso de este tipo de concreto, el conocimiento de cómo se comporta el concreto en su estado fresco y en su estado sólido o rígido son importantes para el cálculo de las características de la estructura que se desea construir. A nivel internacional, todos estos cálculos han sido realizados en laboratorios y comprobados con los valores obtenidos en la teoría, no obstante, las propiedades mecánicas del concreto pueden variar positiva o negativamente cuando se les añade una cierta cantidad porcentual de cualquier tipo de material. La adición de estos materiales es importante porque muchas veces se desea que ciertas propiedades mecánicas del concreto deben incumplir la estipulado en el informe técnico, de surgen los requerimientos o la necesidad de mejorar o reducir ciertas propiedades mecánicas del concreto. (Rivva, 2014).

La necesidad de utilizar concreto autocompactante ha nacido como respuesta a las necesidades de procesos constructivos en donde el llenado del concreto presenta ciertos obstáculos en volumen tú en presencia de estructuras de acero, los cuales dificultan el proceso de vaciado del concreto; para dar respuesta a este problema, se han buscado diseños de mezcla de concreto que presenten propiedades de fluidez y a la vez presenten propiedades altas la resistencia a la compresión incluso superiores a las resistencias del concreto patrón; Es por ello que, a nivel internacional se han diseñado mezclas que presentan estos tipos de propiedades y que se han dominado como concreto autocompactante (Ambrosie y Pera, 2001).

El Perú es un país que constantemente está actualizándose en la brecha que presenta sobre construcción de infraestructura civil, específicamente edificaciones, puentes, reservorios, represas, etc. en muchos de estos casos se requiere del uso del concreto autocompactante, no obstante, su uso representa solo el 8.2% con referencia al uso del concreto convencional. En el país, la adición de un aditivo o un material a la mezcla de concreto se ha venido practicando desde hace varias décadas, pero muy poco en el caso de concreto autocompactante; son muy pocas las empresas grandes medianas que aplican ejecutivo de concreto, generalmente los materiales utilizados como adición o sustitución siguen siendo ceniza de vegetales, residuos de concreto, polvo de roca, ceniza de conchas, virutas de acero, etc. Se han introducido estas adiciones con el objetivo de modificar las propiedades mecánicas del concreto, usualmente afectando aspectos como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tensión, entre otros. (Abanto, 2017).

En el contexto de la presente investigación, surge la problemática relacionada con la falta de información sobre las propiedades mecánicas del concreto autocompactante cuando se le añade un 5% y 8% de granito pulverizado, sustituyendo el peso del cemento en el diseño de la mezcla del concreto autocompactante patrón. Los desafíos de desconocimiento también abarcan las propiedades mecánicas relacionadas con la fluidez del concreto

autocompactante. Se carece de información acerca de la Resistencia a la Compresión del Concreto Autocompactante $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ cuando se reemplaza el cemento por un 5% de granito pulverizado a los 7, 14 y 28 días, así como la Resistencia a la Compresión de un Concreto Autocompactante $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ cuando se añade un 8% de granito pulverizado en lugar del cemento, también a los 7, 14 y 28 días.

En función a los problemas encontrados, el investigador va a buscar, inicialmente, conocer las propiedades mecánicas del fluido del concreto autocompactante patrón cuando se le añaden 5% y 8% de granito pulverizado, se va a establecer las resistencias del concreto autocompactante patrón cuando se añade 5% y 8% de granito pulverizado por cemento en peso a los 7, 14 y 28 días.

Formulación de problema.

¿Cuál es el efecto de la adición de granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023?

Conceptuación y operacionalización de variables

Tabla 4 *Conceptuación y operacionalización de variables*

Variable	Dimensiones		Escala Definición Indicadores	Definición de medición
	conceptual	Operacional		

<p>V1: Adición de granito pulverizado en 5% y 8% en peso de cemento.</p>	<p>El granito es una roca ígnea formada por enfriamiento del magma, se origina a grandes profundidades de la tierra, el enfriamiento permite la formación de grandes cristales (Marulanda, 2018)</p>	<p>La variable adición de granito pulverizado en 5% y 8% en peso de cemento se va a medir mediante sus indicadores y las dimensiones propiedades, preparación y diseño de mezclas.</p>	<p>Propiedades Preparación del granito pulverizado</p>	<p>Físicas Mecánicas Químicas Selección de cantera Proceso de obtención Pesos de acuerdo a diseño Proceso de almacenamiento Diseño de mezcla con 5% de granito pulverizado Diseño de mezcla con 8% de granito pulverizado</p>	<p>Numérica De razón</p>
<p>V2: Propiedades mecánicas del concreto autocompactante ante $f'c=210\text{kg/cm}^2$.</p>	<p>Son propiedades del concreto en los estados fresco y endurecido,</p>	<p>La variable Propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c=210\text{kg/cm}^2$, se va a medir en</p>	<p>Fluidez del concreto</p>	<p>Fluidez del concreto autocompactante $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 5% de granito pulverizado Fluidez del concreto autocompactante $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 8% de granito pulverizado</p>	<p>Numérica De razón</p>
<p>cuyas propiedades son aprovechados en la industria de la construcción, para la investigación se va a estudiar la fluidez del concreto y la resistencia a la compersión (Okamura & Masahiro, 2003)</p>	<p>función a los resultados de la fluidez del concreto y resistencia a la compresión cuando se adiciona 5% y 8% de granito pulverizado a los 7, 14 y 28 días de su elaboración.</p>	<p>Resistencia a la compresión con 5% de adición de granito pulverizado</p>	<p>Resistencia a la compresión con 8% de adición de granito pulverizado</p>	<p>Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 5% de granito pulverizado a los 7 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 5% de granito pulverizado a los 14 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 5% de granito pulverizado a los 28 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 8% de granito pulverizado a los 7 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 8% de granito pulverizado a los 14 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con</p>	

adición de 8% de granito
pulverizado a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis. La adición de granito pulverizado tiene efecto positivo en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023.

Objetivos. Objetivo General

Determinar el efecto de la adición de granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023.

Objetivos Específicos.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del granito pulverizado.
- Determinar la composición química del pulverizado mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX).
- Determinar el peso específico del granito pulverizado.

- Determinar la relación A/C del concreto patrón y Experimental.
- Determinar el grado de alcalinidad PH del concreto patrón y concreto experimental
- Determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental a los 7, 14 y 28 días
- Analizar y comparar resultados mediante la validez estadística

II. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: El diseño de este estudio se clasificará como aplicado, ya que se aplicarán conocimientos científicos sobre la resistencia a la compresión de concretos autocompactantes basados en la tecnología del concreto, así como en los principios teóricos de los materiales de construcción civil. La orientación del estudio será cuantitativa, dado que la totalidad de los datos a analizar consistirá en valores numéricos (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014).

Diseño de investigación: : Este estudio adoptará un diseño experimental, ya que se realizará una manipulación de la variable mediante la adición de granito pulverizado en cantidades del 5% y 8% respecto al peso del cemento, con el objetivo de comprender el impacto de estas adiciones en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Como parte de este diseño, se procederá a la creación de probetas utilizando concreto autocompactante. El primer diseño será sin la adición de granito pulverizado, seguido del segundo diseño al cual se le incorporará un 5% de granito pulverizado respecto al peso del cemento, y finalmente, en el tercer diseño se añadirá un 8% de granito pulverizado. En ambos casos, se evaluará la fluidez del concreto en su estado fresco (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014). El esquema se detalla a continuación:

Tabla 5 *Diseño de mezclas*

Muestra	Adición de granito pulverizado	Tiempo en Días de curado		
		7	14	28
Concreto autocompactante Patrón		O1	O2	O3
Concreto con 5% de granito pulverizado	X	O1	O2	O3
Concreto con 8% de granito pulverizado	X	O1	O2	O3

Dónde:

O1, O2, O3 son las observaciones o mediciones de la resistencia a la compersión del concreto autocompactante.

X es la adición porcentual de granito pulverizado.

Población y muestra

Población: Estará integrada por todas las probetas de concreto autocompactante patrón y con las adiciones de 5% y 8% de granito pulverizado que se van a utilizar en el presente estudio.

Muestra: La muestra estará conformada por 42 probetas de concreto autocompactante patrón y con las adiciones de 5% y 8% de granito pulverizado, para el estudio del fluido del concreto se va a utilizar 2 probetas por cada muestra, lo que hacen un total de 6 probetas, para el cálculo de las resistencias a la compresión se van a elaborar 12 probetas por cada muestra, ellos suman 36 probetas de concreto autocompactado. El diseño de mezcla se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 6 *Tamaño de muestra*

Concreto Autocompactante	Número de probetas
Fluido del concreto	06
Patrón	12
Con 5% de granito pulverizado	12
Con 8% de granito pulverizado	12
Total	42

Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnica: Como técnicas investigativas se van a usar a las observaciones y análisis de los procesos de preparación de las mezclas y la realización de los ensayos de laboratorio, tanto para la determinación de la fluidez del concreto como para el establecimiento de las resistencias a la compresión de los concretos autocompactantes de las tres muestras.

Instrumento: Como instrumento que permita recoger información y resultados se va utilizar a la ficha de registro de datos, estos datos van a ser recogidos de los laboratorios de fluidez del concreto y resistencia a la compresión de los concretos. El procesamiento de datos para el informe de la investigación se va a desarrollar haciendo uso del software Microsoft Excel, en donde se van realizar cálculos, tablas y graficas que permitan la interpretación de los resultados y de esta manera dar respuesta a los problemas y objetivos específicos y general planteados.

Validación: La ficha de registro de datos, instrumento de la presente investigación, será validada con el propósito que este instrumento deba medir la variable que tenga que medir y no otra variable, El instrumento va a ser validado mediante el método de Juicio de Expertos, para ello, se va a entregar el instrumento conjuntamente con la hoja de validación del instrumento para que los tres expertos puedan, según sus propios criterios, validar al instrumento; el instrumento va a ser aplicado al proceso investigativo siempre en cuando haya sido validado por los tres expertos con un promedio de 80% o superior, esto significa una aceptación de muy bueno o excelente.

Confiabilidad: Una evaluación adicional que el instrumento debe superar para ser empleado en la investigación es la prueba de fiabilidad, la cual se llevará a cabo mediante el método de Alfa de Cronbach. Este método verifica que al aplicar repetidamente el instrumento al mismo objeto de estudio, se obtengan resultados consistentes. Se establecerá como criterio de aceptación un valor de alfa igual o superior a 0.80 para proceder con la aplicación del instrumento

Procedimiento

Etapa 1: Se preparó el granito y luego se realizó el proceso de pulverizado, otra opción fue que se juntó granito pulverizado de procesos de construcción o de procesos industriales.

Etapa 2. Se realizó el diseño de las mezclas para la determinación de la fluidez del concreto, para ello, se tuvieron que preparar 06 probetas, dos de concreto autocompactante patrón, dos con adición de 5% de granito pulverizado y dos con adición 8% de granito pulverizado.

Etapa 3. Se preparó el granito y luego se realizó el proceso de pulverizado para la determinación de las resistencias a la compresión, se juntó pulverizado de procesos de construcción o de procesos industriales, en el proceso se va a eliminar los contaminantes con la finalidad de obtener los valores de las resistencias los más precisos y adecuados posibles.

Etapa 4. Se adquirieron todos los materiales para la elaboración del Concreto autocompactante, todos ellos en la cantidad indicada en el diseño de mezcla, estos fueron, agregados, plastificantes, agua, granito pulverizado.

Etapa 5. En esta etapa se realizaron los procesos de mezclado de los concretos para las tres muestras, 9 probetas para cada muestra, posteriormente, se dejaron para que sigan el proceso de fraguado en un medio ambiente adecuado para propósitos del estudio.

Etapa 6. Se realizaron las mediciones pruebas de resistencia a la compresión a los siete, catorce y veintiocho días de las probetas de concreto por cada tipo de diseño.

Etapa 7. Se registraron los datos de fluidez del concreto y resistencia a la compresión en la ficha de registro de datos.

Etapa 8. Estos datos logrados en el laboratorio fueron analizados y verificados en el proceso de llenado en la ficha de registro de datos, posteriormente, estos datos fueron procesados en el software Microsoft Excel para la determinación de los cálculos y las estadísticas que implicaron la investigación. El proceso metodológico se detalla en el anexo 5.

III. RESULTADOS

Respuesta a objetivos específico 1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del granito pulverizado.

Las propiedades físicas del granito son los siguientes: tiene aspecto granulado, su densidad se encuentra entre 2.63 gr/cm³ y 2.75 gr/cm², la dureza es de 156.8 kg/cm². Las propiedades mecánicas del granito son los siguientes: resistencia a la presión se encuentra entre los 1000 y 1400kg/cm². Resistencia a la compresión 1920 kg/cm², resistencia a la flexión 81.31 kg/cm², resistencia a la flexión 31 kg/cm² y resistencia al impacto 45 cm.

Respuesta a objetivos específico 2. Determinar la composición química del granito pulverizado mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX).

La composición química del granito pulverizado en porcentaje obtenido de la masa total realizado en el ensayo por FRXDE fueron los siguientes: Óxido de Aluminio (Al₂O₂), dióxido de Silicio (SiO₂), dióxido de Azufre (SO₂), óxido de Potasio (K₂O), óxido de Calcio (CaO), óxido de Titanio (TiO₂), óxido de Manganeseo (MnO), óxido férrico (Fe₂O₃), óxido de níquelico (Ni₂O₃), óxido de cobre (CuO), óxido de Cobre (CuO), óxido de zinc (ZnO), óxido de estroncio (SrO) y dióxido de circonio (ZrO₂). La siguiente tabla muestra la concentración porcentual en masa y normalizada al 100%

Tabla 7

Composición química del polvo del granito pulverizado mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX)

Óxido	Concentración de	Normalizado al
	% masa	100%
Al ₂ O ₂	41.06	3.582
SiO ₂	85.593	74.655
SO ₂	1.225	1.068
K ₂ O	3.990	3.480

C _a O	15.561	13.572
TiO ₂	0.260	0.227
MnO	0.12	0.10
Fe ₂ O ₃	2392.00	2087.00
Ni ₂ O ₃	0.018	0.016
CuO	0.928	0.809
ZnO	0.421	0.367
SrO	0.040	0.035
Total	114.652	100.00

Respuesta a objetivos específico 3. Determinar el peso específico del granito pulverizado.

El peso específico del granito pulverizado promedio obtenido en 95% de cemento y 5% de granito pulverizado fue 3.20 gr/cm³ y en 92% de cemento y 8% de granito pulverizado fue 3.107 gr/cm³.

Respuesta a objetivos específico 4. Determinar la relación A/C del concreto patrón y Experimental

Relación A/C del concreto patrón.

La relación A/C del concreto patrón fue 0.684, 30.06 lts/bolsa

Relación A/C del concreto Experimental con 5% de granito pulverizado

La relación A/C del concreto Experimental con 5% de granito pulverizado fue 0.684, 29.90 lts/bolsa

Relación A/C del concreto Experimental con 8% de granito pulverizado

La relación A/C del concreto Experimental con 8% de granito pulverizado fue 0.684, 29.90 lts/bolsa

Respuesta a objetivos específico 5. Determinar el grado de alcalinidad PH del concreto patrón y concreto experimental.

El grado de alcalinidad PH del concreto patrón encontrado fue 12.4, esto indicó que fue extremadamente alcalino, mientras que el grado de alcalinidad PH del concreto con adición de 5% de granito pulverizado fue 12.08, lo cual indicó que

fue experimental extremadamente alcalino, y la del concreto patrón con adición de 8% de granito pulverizado fue 12.05, lo cual indicó que fue extremadamente alcalino

Respuesta a objetivos específico 6. Determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto experimental a los 7, 14 y 28 días.

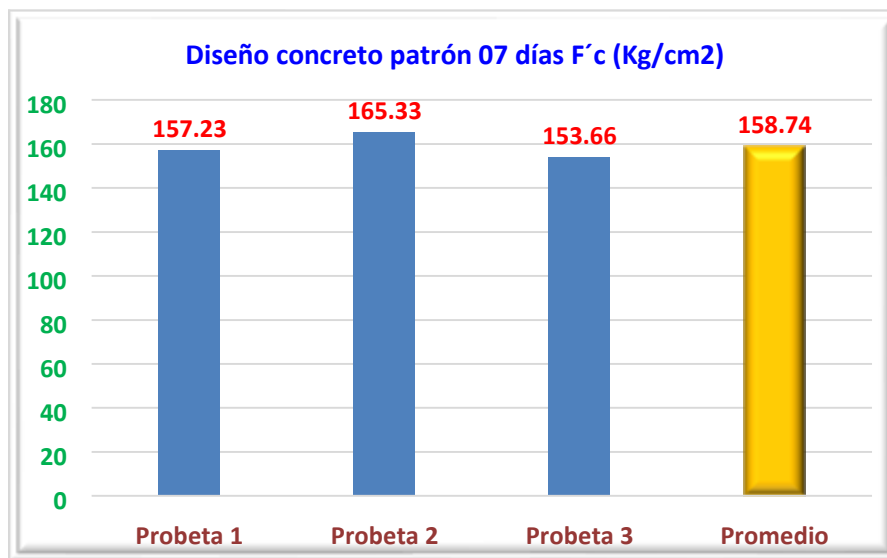
Concreto patrón

A los 7 días.

Tabla 8 Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 07 días

Probetas	%	F'c (Kg/cm2)
Probeta 1	74.87	157.23
Probeta 2	78.73	165.33
Probeta 3	73.17	153.66
Promedio	75.59	158.74

Figura 2 Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 07 días



A los 7 días, se registraron valores de resistencia a la compresión en las probetas: 157.23 Kg/cm2 para la probeta 1, 2165.33 Kg/cm2 para la probeta 2 y 153.66 Kg/cm2 para la probeta 3. El promedio de resistencia a la compresión en las tres probetas fue de 158.74 Kg/cm2. En términos

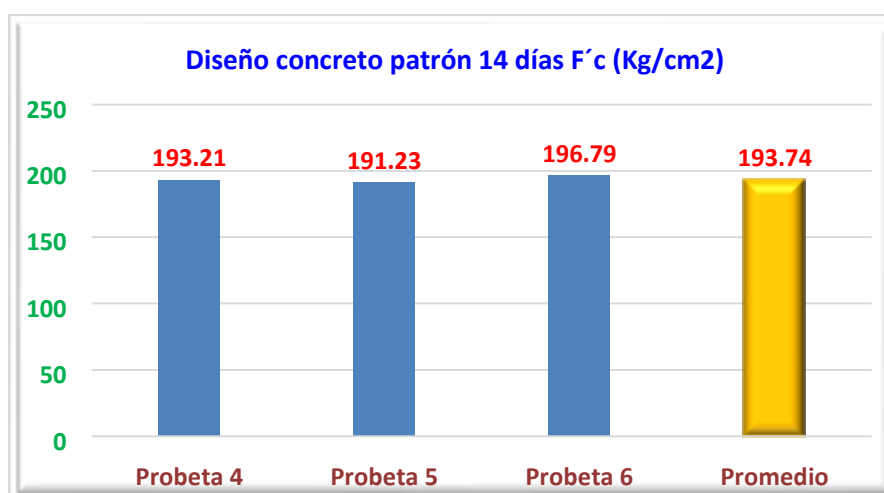
porcentuales, esta resistencia a la compresión a los 7 días representó el 75.59%, indicando una disminución del 24.41% en comparación con la resistencia convencional $F'c$ de 210 Kg/cm².

A los 14 días.

Tabla 9 Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 14 días.

Probetas	%	$F'c$ (Kg/cm²)
Probeta 4	92.00	193.21
Probeta 5	91.06	191.23
Probeta 6	93.71	196.79
Promedio	92.26	193.74

Figura 3 Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 14 días



A los 14 días, se registraron valores de resistencia a la compresión en las probetas: 193.21 Kg/cm² para la probeta 4, 191.23 Kg/cm² para la probeta 5 y 196.79 Kg/cm² para la probeta 6. El promedio de resistencia a la compresión en las tres probetas fue de 193.74 Kg/cm². En términos porcentuales, esta resistencia a la compresión a los 14 días representó el

92.26%, indicando una disminución del 7.74% en comparación con la resistencia convencional $F'c$ de 210 Kg/cm².

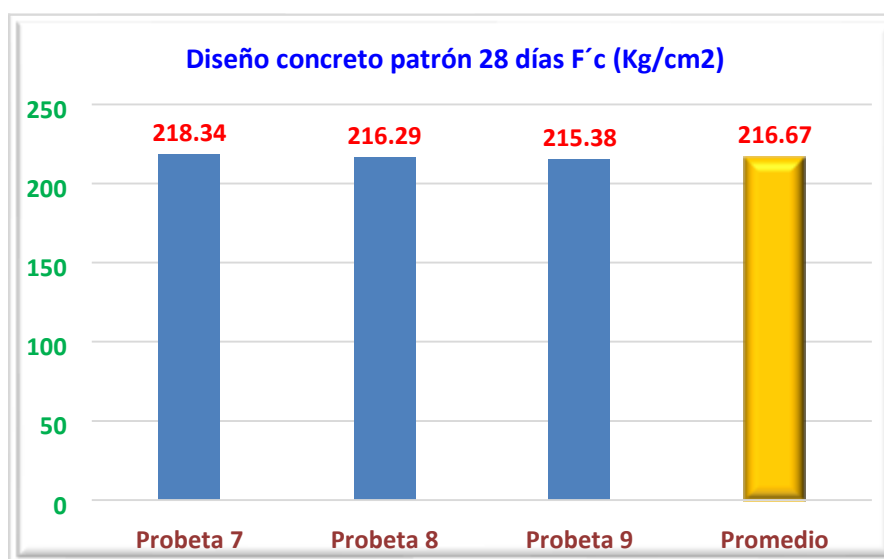
A los 28 días.

Tabla 10 Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 28 días

Probetas	%	$F'c$ (Kg/cm²)
Probeta 7	103.97	218.34
Probeta 8	103.00	216.29
Probeta 9	102.56	215.38
Promedio	103.18	216.67

Fuente: elaboración propia.

Figura 4 Resistencia a la compresión de concreto patrón a los 28 días



A los 28 días, se obtuvieron valores de resistencia a la compresión en las probetas: 218.34 Kg/cm² para la probeta 7, 216.29 Kg/cm² para la probeta 8 y 215.38 Kg/cm² para la probeta 9. El promedio de resistencia a la compresión en las tres probetas fue de 216.67 Kg/cm². En términos porcentuales, esta

resistencia a la compresión a los 28 días representó el 103.18%, indicando un aumento del 3.18% en comparación con la resistencia convencional $F'c$ de 210 Kg/cm².

Concreto con adición de 5% del granito pulverizado.

A los 07 días.

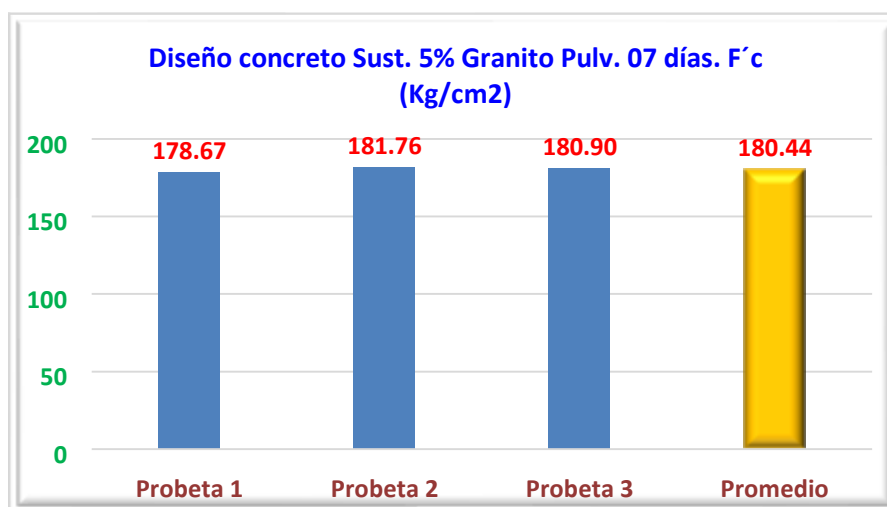
Tabla 11

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 7 días

Probetas	%	F'c (Kg/cm²)
Probeta 1	85.08	178.67
Probeta 2	86.55	181.76
Probeta 3	86.14	180.90
Promedio	85.93	180.44

Figura 5

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 7 días



En el diseño de concreto con una sustitución del 5% de granito pulverizado por peso en cemento, a los 7 días se registraron valores de resistencia a la compresión en las probetas: 178.67 Kg/cm² para la probeta 1, 181.76 Kg/cm² para la probeta 2 y 180.90 Kg/cm² para la probeta 3. El promedio de resistencia a la compresión en las tres probetas fue de 180.44 Kg/cm². En términos porcentuales, esta resistencia a la compresión a los 7 días representó el 85.93%, indicando una disminución del 14.07% en comparación con la resistencia convencional F'c de 210 Kg/cm².

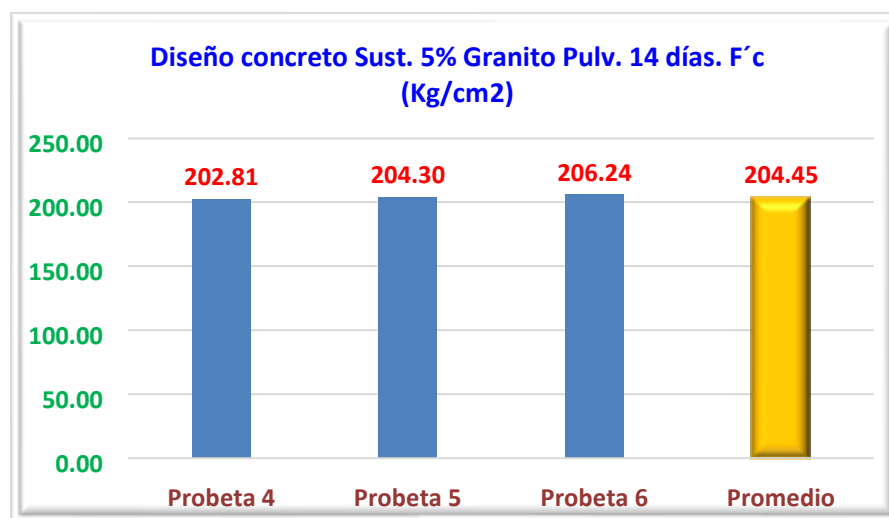
Tabla 12

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 14 días

Probetas	%	F'c (Kg/cm²)
Probeta 4	96.58	202.81
Probeta 5	97.29	204.3
Probeta 6	98.21	206.24
Promedio	97.36	204.45

Figura 6

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 14 días



En el diseño de concreto con una sustitución del 5% de granito pulverizado por peso en cemento, a los 14 días se registraron valores de resistencia a la compresión en las probetas: 202.81 Kg/cm² para la probeta 4, 204.30 Kg/cm² para la probeta 5 y 206.24 Kg/cm² para la probeta 6. El promedio de resistencia a la compresión en las tres probetas fue de 204.45 Kg/cm². En términos porcentuales, esta resistencia a la compresión a los 14 días representó el 97.36%, indicando una disminución del 2.64% en comparación con la resistencia convencional F'c de 210 Kg/cm².

A los 28 días.

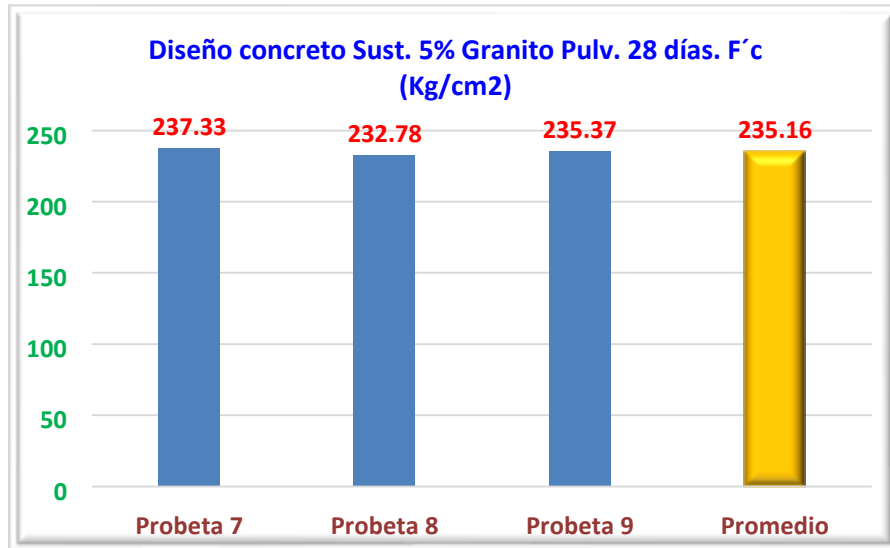
Tabla 13

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 28 días

Probetas	%	F'c (Kg/cm²)
Probeta 7	113.01	237.33
Probeta 8	110.85	232.78
Probeta 9	112.08	235.37
Promedio	111.98	235.16

Figura 7

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 5% de granito pulverizado a los 28 días



En el diseño de concreto con una sustitución del 5% de granito pulverizado por peso en cemento, a los 28 días se obtuvieron valores de resistencia a la compresión en las probetas: 237.33 Kg/cm² para la probeta 7, 232.78 Kg/cm² para la probeta 8 y 235.37 Kg/cm² para la probeta 9. El promedio de resistencia a la compresión en las tres probetas fue de 235.16 Kg/cm². En términos porcentuales, esta resistencia a la compresión a los 28 días representó el 111.98%, indicando un aumento del 11.98% en comparación con la resistencia convencional F'c de 210 Kg/cm².

Adición de 8% del granito pulverizado.

A los 07 días.

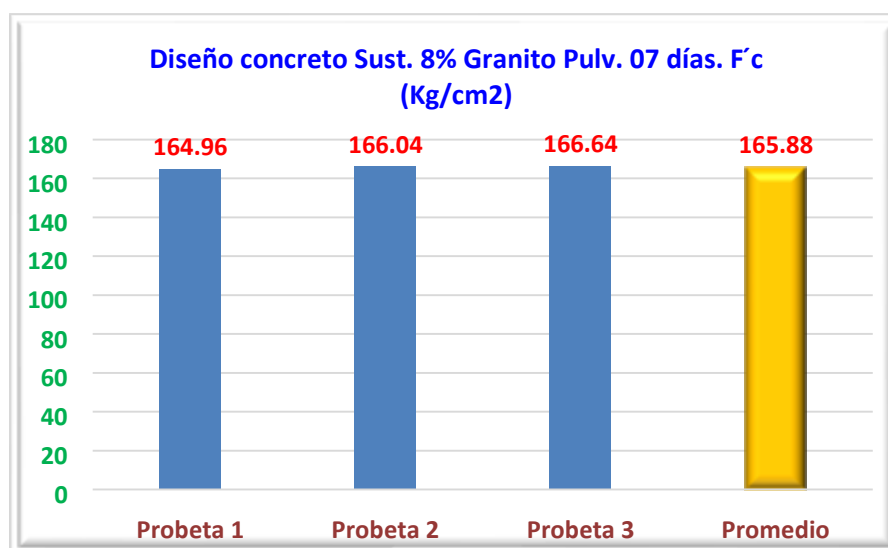
Tabla 14

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 7 días

<u>Probetas</u>	<u>%</u>	<u>F'c (Kg/cm2)</u>
Probeta 1	78.55	164.96
Probeta 2	79.07	166.04
Probeta 3	79.35	166.64
Promedio	78.99	165.88

Figura 8

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 7 días



En el diseño de concreto con sustitución de 8% de granito pulverizado por peso en cemento, a los 7 días, en la probeta 1 se tuvo una resistencia a la compresión de 164.96 F'c = Kg/cm², en la probeta 2 se encontró 166.04 F'c (Kg/cm²) y en la probeta 3 se tuvo 166.64 F'c = Kg/cm². La resistencia a la compresión promedio en las 3 probetas fue 165.88 Kg/cm², porcentualmente esta resistencia a la compresión a los 7 días fue 78.99%, lo cual indicó que fue 21.01 % inferior a la resistencia convencional F'c 210 Kg/cm².

A los 14 días.

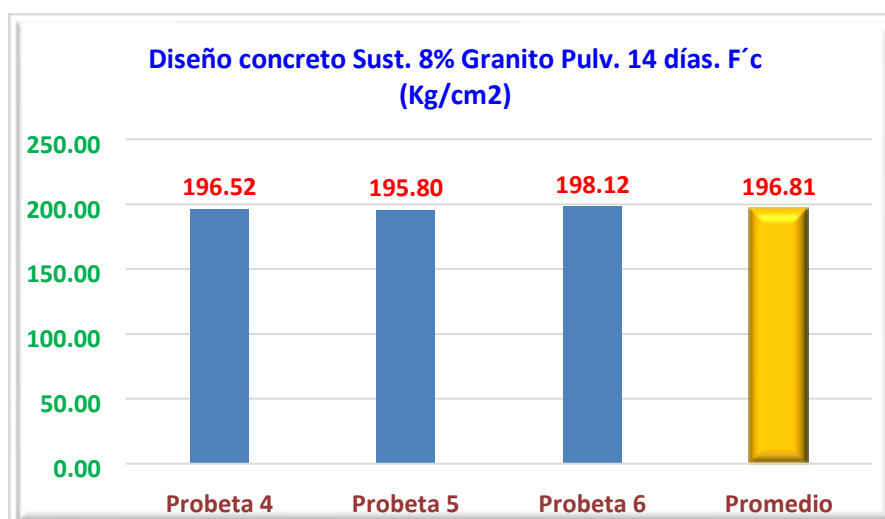
Tabla 15

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 14 días

<u>Probetas</u>	<u>%</u>	<u>F'c (Kg/cm2)</u>
Probeta 4	93.58	196.52
Probeta 5	93.24	195.80
Probeta 6	94.34	198.12
Promedio	93.72	196.81

Figura 9

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 14 días



En el diseño de concreto con sustitución de 8% de granito pulverizado por peso en cemento, a los 14 días, en la probeta 4 se tuvo una resistencia a la compresión de 196.52 F'c = Kg/cm2, en la probeta 5 se encontró 195.80 F'c (Kg/cm2) y en la probeta 6 se tuvo 198.12 F'c = Kg/cm2. La resistencia a la compresión promedio en las 3 probetas fue 196.81 Kg/cm2, porcentualmente esta resistencia a la compresión a los 14 días fue 93.72%, lo cual indicó que fue 6.28% inferior a la resistencia convencional F'c 210 Kg/cm2.

A los 28 días.

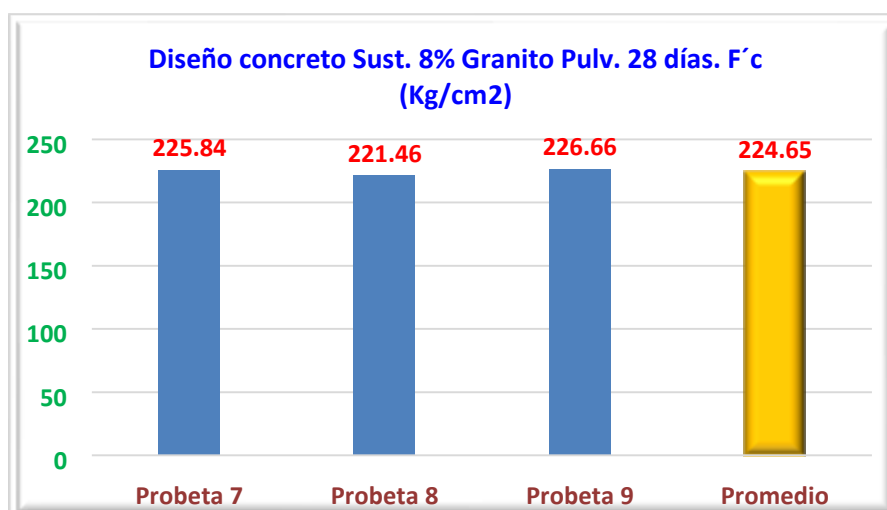
Tabla 16

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 28 días

<u>Probetas</u>	<u>%</u>	<u>F'c (Kg/cm2)</u>
Probeta 7	107.54	225.84
Probeta 8	105.46	221.46
Probeta 9	107.93	226.66
Promedio	106.98	224.65

Figura 10

Resistencia a la compresión de concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 28 días



En el diseño de concreto con una sustitución del 8% de granito pulverizado por peso en cemento, a los 28 días se obtuvieron valores de resistencia a la compresión en las probetas: 225.84 Kg/cm2 para la probeta 7, 221.46 Kg/cm2 para la probeta 8 y 226.66 Kg/cm2 para la probeta 9. El promedio de resistencia a la compresión en las tres probetas fue de 224.65 Kg/cm2. En términos porcentuales, esta resistencia a la compresión a los 28 días representó el

106.98%, indicando un aumento del 6.98% en comparación con la resistencia convencional F_c de 210 Kg/cm².

Resumen de resultados

A los 7 días, el concreto patrón exhibió un promedio de resistencia a la compresión de 158.74 kg/cm², mientras que a los 14 días fue de 193.74 kg/cm² y a los 28 días alcanzó los 216.67 kg/cm². Por otro lado, el concreto con una sustitución del 5% de granito pulverizado presentó un promedio de 180.44 kg/cm² a los 7 días, 204.45 kg/cm² a los 14 días y 235.16 kg/cm² a los 28 días. En cuanto al concreto con una sustitución del 8% de granito pulverizado, registró un promedio de 165.88 kg/cm² a los 7 días, 196.81 kg/cm² a los 14 días y 224.65 kg/cm² a los 28 días.

Respuesta al objetivo específico 7

Analizar y comparar resultados mediante la validez estadística.

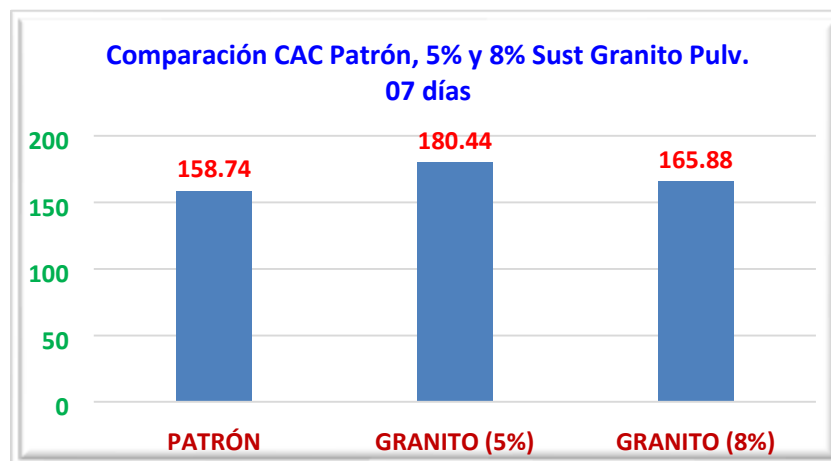
Tabla 17

Análisis comparativo de resistencia a la compresión de concretos a los 7 días

EDAD (DIAS)	PATRÓN	GRANITO (5%)	GRANITO (8%)
7	158.74	180.44	165.88
14	193.74	204.45	196.81
28	216.67	235.16	224.65

Figura 11

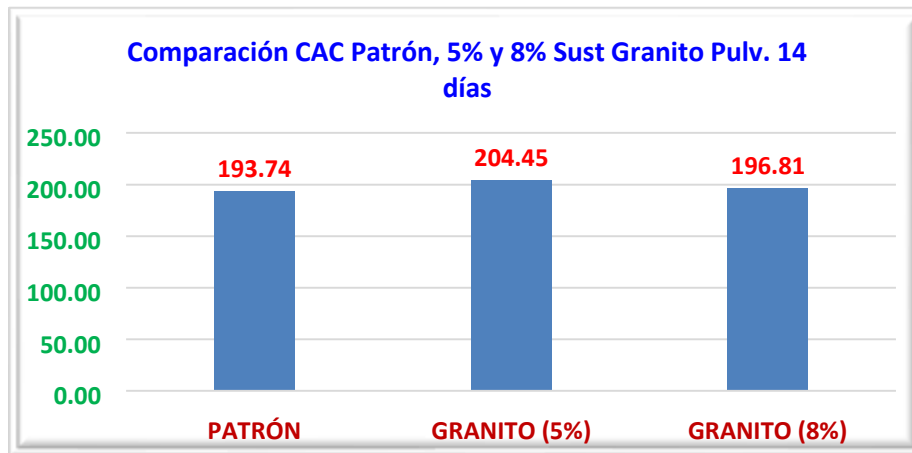
Comparaciones de las resistencias a la compresión de concreto patrón y con adición de 5% y 8% de granito pulverizado a los 7 días.



En el diseño del concreto, a los 7 días, se observaron las siguientes resistencias promedio a la compresión: 158.74 kg/cm² para el concreto patrón, 180.44 kg/cm² para el concreto con sustitución del 5% de granito pulverizado por peso en cemento, y 165.88 kg/cm² para el concreto con sustitución del 8% de granito pulverizado por peso en cemento. La mayor resistencia a la compresión a los 7 días se logró con el concreto que contenía un 5% de granito pulverizado, seguido del concreto con un 8% de sustitución de granito pulverizado, y finalmente, el concreto patrón.

Figura 12

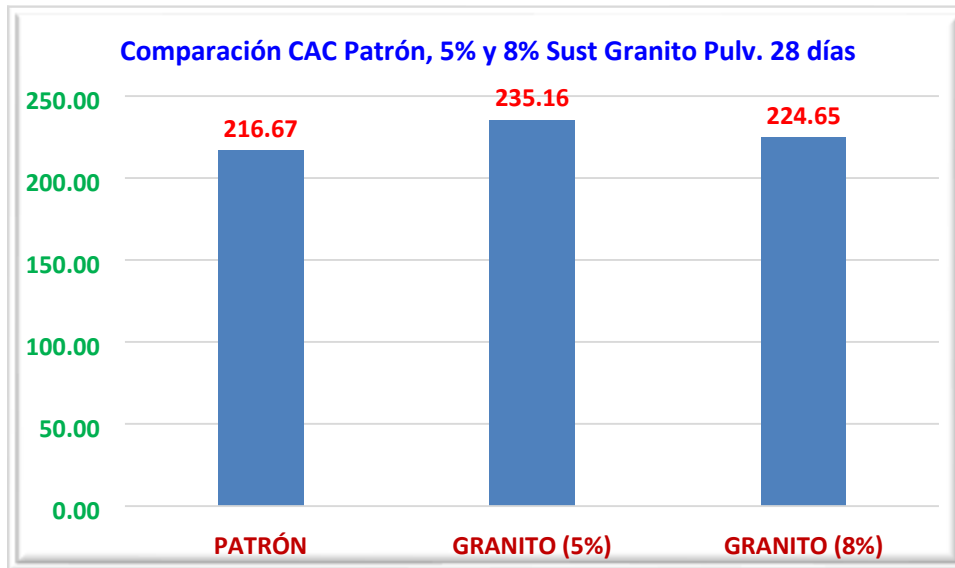
Comparaciones de las resistencias a la compresión de concreto patrón y con adición de 5% y 8% de granito pulverizado a los 14 días



En el diseño del concreto, a los 14 días, se registraron las siguientes resistencias a la compresión: 193.74 kg/cm² para el concreto patrón, 204.45 kg/cm² para el concreto con sustitución del 5% de granito pulverizado por peso en cemento, y 196.81 kg/cm² para el concreto con sustitución del 8% de granito pulverizado por peso en cemento. La mayor resistencia a la compresión a los 14 días se obtuvo con el concreto que contenía un 5% de granito pulverizado, seguido del concreto con un 8% de sustitución de granito pulverizado, y finalmente, el concreto patrón con sustitución de 8% de granito pulverizado, y luego el concreto patrón.

Figura 13.

Comparaciones de las resistencias a la compresión de concreto patrón y con adición de 5% y 8% de granito pulverizado a los 28 días.



En el diseño del concreto, a los 28 días, se observaron las siguientes resistencias a la compresión: 216.67 kg/cm² para el concreto patrón, 235.16 kg/cm² para el concreto con sustitución del 5% de granito pulverizado por peso en cemento, y 224.65 kg/cm² para el concreto con sustitución del 8% de granito pulverizado por peso en cemento. En este periodo, la resistencia a la compresión fue superior en el concreto con adición del 5% de granito pulverizado, seguido del concreto con sustitución del 8% de granito pulverizado, y finalmente el concreto patrón.

Resumen de resultados específico 7

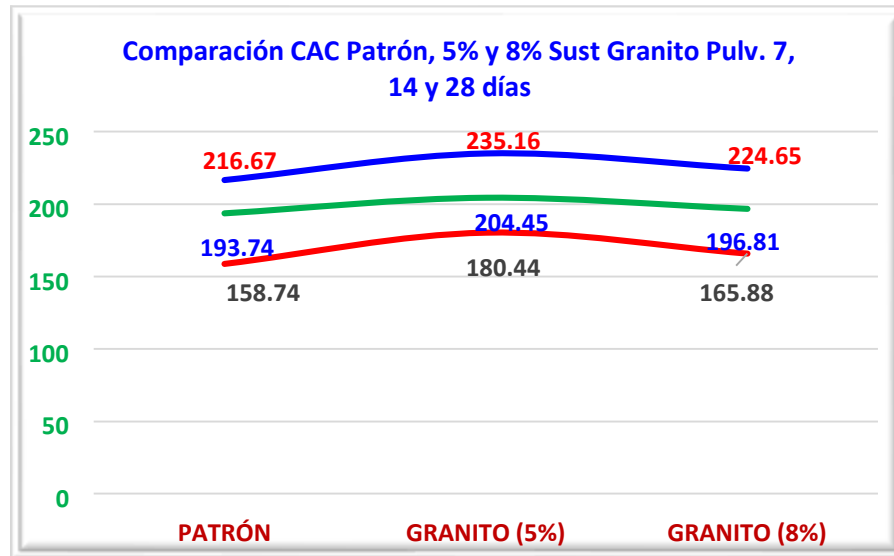
El concreto con adición de 5% de granito pulverizado presentó mayor resistencia a la compresión que el concreto patrón y el concreto con adición de 8% de granito pulverizado a los 7 días, 14 días y 28 días.

Respuesta al objetivo general

Determinar el efecto de la adición de granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023

Figura 14

Análisis comparativo de resistencia a la compresión de concretos a los 28 días



En el análisis de la resistencia a la compresión del concreto patrón, así como del concreto con adición de 5% y 8% de granito pulverizado, se observó que, a los 28 días, el concreto patrón alcanzó una resistencia de 216.67 kg/cm², mientras que el concreto con 5% de adición de granito pulverizado mostró una resistencia de 235.16 kg/cm² y el concreto con 8% de adición de granito pulverizado registró una resistencia a la compresión de 224.65 kg/cm². Estos resultados sugieren que a medida que aumenta el porcentaje de adición de granito pulverizado, se incrementa la resistencia a la compresión hasta los 28 días de edad del concreto. Además, se evidenció que la adición del 5% de granito pulverizado proporcionó una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón y el concreto con 8% de adición de granito pulverizado.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos revelan que la adición de 5% de granito pulverizado produjo una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón. Por otro lado, el concreto con una adición del 8% de granito pulverizado exhibió un promedio de resistencia a la compresión de 224.65 kg/cm², mientras que el concreto patrón alcanzó los 216.67 kg/cm². Estos hallazgos contrastan con los resultados de la investigación realizada por Sawekchai et al. (2021), quienes informaron que, al emplear residuos de granito, no se observaron variaciones significativas en el tiempo de fraguado en el hormigón de baja resistencia. Además, encontraron que la resistencia a la compresión con un 50% de partículas de granito fue similar a la del hormigón convencional, pero la resistencia a la tracción disminuyó con el aumento de las partículas de granito, especialmente en el caso del hormigón de baja resistencia.

En el resultado de este estudio indican que la adición de 5% de granito pulverizado condujo a una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón, así como el concreto con una adición del 8% de granito pulverizado, con promedios de resistencia a la compresión de 216.67 kg/cm², 235.16 kg/cm² y 224.65 kg/cm², respectivamente. Estos hallazgos presentaron similitudes ligeras con los resultados de la investigación de Arjun Siva Rathan & Sunitha (2020), quienes observaron un incremento del 25% en la resistencia a la compresión al utilizar polvo de granito residual como sustituto de la arena. Además, señalaron aumentos porcentuales en las propiedades de resistencia a la tracción dividida y resistencia a la flexión, concluyendo que el porcentaje óptimo de sustitución de arena por polvo de granito residual en la fabricación de ICBP fue del 25%.

Los resultados obtenidos en este estudio señalaron que la incorporación de 5% de granito pulverizado generó una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón y el concreto con una adición del 8% de granito pulverizado. Los promedios de resistencia a la compresión fueron de 216.67 kg/cm² para el concreto patrón, 235.16 kg/cm² para el concreto con adición del 10% de granito pulverizado y 224.65 kg/cm² para el concreto con adición del 8% de granito pulverizado. Estos resultados presentaron cierta concordancia con la investigación de Gupta & Vyas (2018), quienes observaron incrementos del 4%, 23% y 23% en la resistencia a la compresión, resistencia a

la tracción y resistencia adhesiva, respectivamente, en comparación con el mortero de control en una proporción de mezcla de 1:4. Además, la sustitución por polvo de granito residual también resultó en un aumento del volumen de cemento hidratado.

Los hallazgos de la presente investigación señalaron que la inclusión de 5% de granito pulverizado resultó en una resistencia a la compresión superior en comparación con el concreto patrón y el concreto con un 8% de granito pulverizado. Los promedios de resistencia a la compresión fueron de 216.67 kg/cm² para el concreto patrón, 235.16 kg/cm² para el concreto con una adición del 10% de granito pulverizado y 224.65 kg/cm² para el concreto con una adición del 8% de granito pulverizado. Estos resultados coincidieron significativamente con la investigación de Karmegam & Kalidass (2019), quienes también observaron que la efectividad de los residuos de aserrín o polvo de granito, con adiciones del 5%, 10%, 15% y 20% en peso en lugar de cemento, mejoró significativamente los valores de resistencia a la compresión en sus respectivos porcentajes de adición. Además, ambos estudios concluyeron que la adición de granito mejoró de manera significativa la resistencia a la compresión.

Los resultados de que los efectos de la adición de granito pulverizado en 5% generó mayor resistencia a la compresión que el concreto patrón y que el concreto con adición de 8% de granito pulverizado, el promedio de las resistencias a la compresión fueron 216.67 kg/cm² para el concreto patrón, 235.16 kg/cm² para el concreto con adición de 10% de granito pulverizado y, 224.65 kg/cm² para el concreto con adición de 8% de granito pulverizado tuvo considerable coincidencia con los resultados de la investigación de Atoche (2022) tuvo como resultado que la incorporación de granito en polvo como reemplazo parcial de la arena en 10%, 15%, 20% y 30%, a los 7, 14 y 28 días de curado, se tuvo incremento de la resistencia a la compresión con adición de polvo de granito, el incremento fue del 17%, con 30% de adición la resistencia fue 272.5 kg/cm², al 20 % fue 262.3 kg/cm², el concreto patrón que fue 233 kg/cm², se logró mejorar la resistencia a la compresión hasta en un 13%; también se coincidió en la conclusión de que a mayor porcentaje de incorporación de polvo de granito se incrementa la resistencia a la compresión y flexión del concreto.

En los resultados obtenidos en esta investigación, se observa que la inclusión de un 5% de granito pulverizado resultó en una mayor resistencia a la compresión

en comparación con el concreto estándar. Para el concreto con un 8% de granito pulverizado, el promedio de resistencia a la compresión fue de 224.65 kg/cm², mientras que el concreto con un 10% de adición alcanzó un promedio de 235.16 kg/cm², superando así la resistencia del concreto patrón, que fue de 216.67 kg/cm². Estos hallazgos no concuerdan con los resultados de la investigación de Espinoza y Pipa (2021), quienes encontraron que la adición del 10% de cerámica en el agregado grueso incrementó en un 2%, el 20% en un 10%, y el 30% en un 6.3%. En relación a la permeabilidad, los resultados difieren, ya que la máxima resistencia al 10% de residuos de cerámica se traduce en un aumento del 16%, el 20% en un 52%, y el 30% en un 59% en el porcentaje de permeabilidad. Sin embargo, ambos estudios concuerdan en la conclusión de que la adición de residuos de cerámica mejora tanto las propiedades mecánicas como físicas del concreto.

Los resultados encontrados en esta investigación en donde los efectos de la adición de granito pulverizado en 5% generó mayor resistencia a la compresión que el concreto patrón y que el concreto con adición de 8% de granito pulverizado, el promedio de las resistencias a la compresión fueron 216.67 kg/cm² para el concreto patrón, 235.16 kg/cm² para el concreto con adición de 10% de granito pulverizado y, 224.65 kg/cm² para el concreto con adición de 8% de granito pulverizado; coincidieron ligeramente con los resultados de la investigación de Chanta y Zuta (2020) debido a que también que la relación a/c de 0.38; la resistencia a la segregación fue 73.48 MPa como resistencia a la compresión máxima a los 28 días con una relación a/c de 0.37 y 0.30% de aditivo PCE, también coincidieron en que los aditivos de policarboxilato influyeron en las propiedades del concreto autocompactante.

En los resultados de esta investigación, se observa que la incorporación de un 5% de granito pulverizado condujo a una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto estándar. Para el concreto con un 8% de granito pulverizado, el promedio de resistencia a la compresión fue de 224.65 kg/cm², mientras que el concreto con un 10% de adición alcanzó un promedio de 235.16 kg/cm², superando así la resistencia del concreto patrón, que fue de 216.67 kg/cm². Estos resultados difieren de los hallazgos de la investigación de Sotomayor (2019), donde se encontró que la relación agua/cemento también mejoró la fluidez en el mortero y que, al reemplazar un 28% con puzolana, el

mortero logró una resistencia superior a la del patrón a los 28 días. Ambos estudios coinciden, sin embargo, en que las adiciones realizadas a sus respectivos concretos mejoraron las resistencias a las compresiones estudiadas.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la incorporación del 5% de granito pulverizado generó una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón y el concreto con un 8% de granito pulverizado. Los promedios de resistencia a la compresión fueron de 216.67 kg/cm² para el concreto patrón, 235.16 kg/cm² para el concreto con una adición del 10% de granito pulverizado y 224.65 kg/cm² para el concreto con una adición del 8% de granito pulverizado. Estos resultados coincidieron ligeramente con los obtenidos por Pantoja (2017), quien observó que al sustituir el 10% del cemento por polvo de cuarzo, la resistencia a la compresión del concreto patrón fue de 266.47 kg/cm². Al sustituir el 15% por polvo de granito, la resistencia a la compresión del concreto fue de 280.10 kg/cm². Los valores de resistencia del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días fueron en promedio de 147.14, 179.75 y 234.91 kg/cm², respectivamente. Los valores de resistencia del concreto con polvo de cuarzo al 10% fueron en promedio de 177.27, 212.76 y 266.47 kg/cm², mientras que los del concreto con polvo de granito al 15% fueron en promedio de 200.58, 236.77 y 280.10 kg/cm². Ambas investigaciones coincidieron en la conclusión de que la adición porcentual de estos materiales mejoró de manera significativa la resistencia a la compresión del concreto patrón.

V. CONCLUSIONES

Conclusiones

La incorporación del 5% de granito pulverizado genera una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto patrón y el concreto con un 8% de granito pulverizado. Los promedios de resistencia a la compresión fueron de 216.67 kg/cm² para el concreto patrón, 235.16 kg/cm² para el concreto con una adición del 10% de granito pulverizado y 224.65 kg/cm² para el concreto con una adición del 8% de granito pulverizado.

Las propiedades físicas del granito son las siguientes: tiene aspecto granulado, su densidad se encuentra entre 2.63 gr/cm³ y 2.75 gr/cm², la dureza es de 156.8 kg/cm². Las propiedades mecánicas del granito son las siguientes: resistencia a la presión se encuentra entre los 1000 y 1400kg/cm². Resistencia a la compresión 1920 kg/cm², resistencia a la flexión 81.31 kg/cm², resistencia a la flexión 31 kg/cm² y resistencia al impacto 45 cm.

La composición química del granito pulverizado en porcentaje obtenido de la masa total realizado en el ensayo por FRXDE fueron las siguientes: Oxido de Aluminio (Al₂O₂), dióxido de Silicio (SiO₂), dióxido de Azufre (SO₂), óxido de Potasio (K₂O), óxido de Calcio (CaO), óxido de Titanio (TiO₂), óxido de Manganeso (MnO), óxido férrico (Fe₂O₃), óxido de níquelico (Ni₂O₃), óxido de cobre (CuO), óxido de Cobre (CuO), óxido de zinc (ZnO), óxido de estroncio (SrO) y dióxido de circonio (ZrO₂). El peso específico del granito pulverizado promedio obtenido en 95% de cemento y 5% de granito pulverizado fue 3.20 gr/cm³ y en 92% de cemento y 8% de granito pulverizado fue 3.107 gr/cm³.

Respecto al peso específico del granito pulverizado se encontró un valor de 3.20 gr/cm³ y en 92% de cemento y 8% de granito pulverizado fue 3.107 gr/cm³

La relación A/C del concreto patrón fue 0.684, 30.06 lts/bolsa. La relación A/C del concreto Experimental con 5% de granito pulverizado fue 0.684, 29.90 lts/bolsa. La relación A/C del concreto Experimental con 8% de granito pulverizado fue 0.684, 29.90 lts/bolsa.

El grado de alcalinidad PH del concreto patrón encontrado fue 12.4, esto indicó que fue extremadamente alcalino, mientras que el grado de alcalinidad PH del concreto con adición de 5% de granito pulverizado fue 12.08, lo cual indicó que fue experimental extremadamente alcalino, y la del concreto patrón con adición de 8% de granito pulverizado fue 12.05, lo cual indicó que fue extremadamente alcalino.

A los 7 días, el concreto estándar exhibió una resistencia promedio a la compresión de 158.74 kg/cm², a los 14 días alcanzó los 193.74 kg/cm², y a los 28 días se elevó a 216.67 kg/cm². En contraste, el concreto con una sustitución del 10% de cemento por polvo de mármol presentó una resistencia promedio de 180.44 kg/cm² a los 7 días, 204.45 kg/cm² a los 14 días y 235.16 kg/cm² a los 28 días. Por otro lado, el concreto con una sustitución del 15% de cemento por polvo de mármol registró valores promedio de resistencia a la compresión de 165.88 kg/cm² a los 7 días, 196.81 kg/cm² a los 14 días y 224.65 kg/cm² a los 28 días.

La comparación de los resultados a los 28 días indicó que en el concreto patrón se tuvo 216.67 kg/cm² superando al valor del patrón teórico en 6.67 kg/cm²; en el concreto con 5% de granito pulverizado a los 28 días fue 235.16 kg/cm² superando al concreto patrón teórico en 35.16 kg/cm², mientras que el concreto patrón con 8% de granito pulverizado fue 224.65 kg/cm² superando al concreto patrón teórico en 24.65 kg/cm². Esta comparación indicó que el concreto con adición de 5% de granito pulverizado mostro la mejora resistencia a la compresión.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que los resultados alcanzados debido a la adición de cemento por 5% de granito pulverizado tienen que ser considerados por los interesados en futuras construcciones en donde se necesiten resistencias a la compresión superiores del concreto patrón, las empresas constructoras deben aplicar concreto con adición de granito pulverizado, registrar las resistencias logradas y valorar la relación beneficio y costo.

Las propiedades físicas del granito deben ser analizadas en cada estudio debido a que pueden variar por diversos factores naturales.

La composición química del granito debe ser analizada en cada estudio debido a que pueden variar por diversos factores naturales y procesos de laboratorio.

El peso específico del granito pulverizado debe ser analizado en cada estudio debido a que pueden variar por diversos factores naturales y procesos de laboratorio. Las relaciones A/C deben ser medidos adecuadamente para tener los resultados precisos y de esta manera validar la investigación.

El grado de alcalinidad pH debe ser analizado en cada estudio debido a que pueden variar por diversos factores naturales y procesos de laboratorio.

Los resultados obtenidos por la sustitución de cemento por 8% de granito pulverizado deben ser tenidos en cuenta para las construcciones que requieran resistencias a la compresión inferiores a las obtenidas por el concreto patrón, se recomienda incrementar los porcentajes en peso de granito pulverizado para tener menores resistencias a la compresión y aplicarlos a partidas de veredas, vías peatonales, parques, etc., es recomendable realizar los estudios del periodo de vida de estos tipos de concreto, así como, analizar los posibles beneficios y costos para garantizar su aplicación definitiva.

Realizar estudios de posibles variaciones de las resistencias a las compresiones cuando se utilicen agregados gruesos y finos de diferentes canteras, así como también diversos tipos de cementos con la adición de granito pulverizado.

VII. AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar a DIOS por haberme dado la vida y formar parte de una familia bendecida. Agradecer a mis padres y hermanos quienes sabiamente me supieron guiar en la vida. A los docentes de la Universidad San Pedro, quienes supieron formarme en el ámbito profesional de la ingeniería, en la ética y la moral. A mis amigos quienes contribuyeron de manera directa o indirecta en mi formación profesional, a ellos mi agradecimiento sincero por sus consejos, apoyos y compañías en los momentos más necesarios de mi vida.

A mi asesor, Mg. Miguel Ángel Solar Jara, quien dedicó su tiempo y sus conocimientos profesionales en el desarrollo de la presente investigación.

Franklin

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2005). *Tecnología Del Concreto (Teoría Y Problemas)*. Lima.
<https://www.udocz.com/pe/read/21543/tecnologia-delconcreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
- ACI 211.1. (2015). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. American Concrete Institute.
Obtenido de https://www.concrete.org/ACI_PRC-211.1-91
- Álvarez, J. L. (2014). *Hormigón autocompactante con nano adiciones y fibras* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional.
http://oa.upm.es/35549/1/Tesis_master_Jose%20Luis_Alvarez_Gonzalez.pdf
- Ambrosie, J. y Pera, J. (2001). *Propiedades del Concreto Autonivelante*. (I. M. Concreto, Ed.) Construcción y Tecnología en Concreto, págs. 16-22.
- Arjun, R. T. & Sunitha, V (2020). *Mechanical and microstructural study on interlocking concrete block pavers using waste granite dust*, International Journal of Pavement Engineering. DOI: 10.1080/10298436.2020.1746312
- Atoche, J. J. (2022). *Incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto*. [Tesis de grado]. Universidad Señor de Sipán. Pimentel, Perú.
- Burón, M. (2006). *Hormigón autocompactante. Criterios para su utilización N°887. Guía Práctica para el hormigón autocompactante*, abril. Instituto Español del cemento y sus aplicaciones IECA. Madrid, España. ISSN: 0008-8919. PP.: 52-64.

- Chanta, D. F. y Zuta, C. G. (2020) *Influencia de aditivos basados en policarboxilato en las propiedades del concreto autocompactante*.
[Tesis de grado]. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú.
- Chután Muñoz, R. A. (2004). *Concreto autocompactado experimentación en Guatemala*
[Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala].
Repositorio institucional. Obtenido de
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2498_C.pdf
- Coppola, L. (2000). *Self-Compacting Concrete, II Calcestruzzo Autocompattante*. Proprietà ed Applicazioni.
https://www.researchgate.net/publication/270587937_L_Coppola_Self-Compacting_Concrete_II_Calcestruzzo_Autocompattante_Proprieta_e_d_Applicazioni
- Degliuomini, L., Antochaves, R. C., Da Silva, A. B., Costa, A., & Pinto, L. C. (2020). *Effect of Moisture Content on the Behavior of High Strength Concrete at High Temperatures*. *Revista Materia*, 25(1).
<https://doi.org/10.1590/S1517-707620200001.0898>
- Efnarc, F. E. (2002). *Especificaciones y Directrices para el Hormigón Autocompactable - HAC*.
- Espinozas, Á. B. y Pipa, J. L. (2021) *Residuos de cerámica como sustitución porcentual del agregado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto* [Tesis de grado]. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Garavito, E. (2017). *Control de calidad de los agregados. Grupo Argos, 360 en Concreto*. Colombia.
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/control-de-calidad-de-los-agregados-1>

- Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M., Rodríguez, I., Rojas, L. D., & Segura, G. (2012). *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto*. Tecnología en Marcha, 25(2). <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.1632>
- Gupta, L. K. & Vyas, A. K. (2018). *Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder*. Construction and Building materials. El Selvier. <https://daneshyari.com/article/preview/11012617.pdf>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. México D.F.: McGraw-Hill. 542 pp.
- Huamán Vara, David Owen Y Maza Suarez, Sergio Junior (2021) *Polvo de mármol y aditivo superplastificante para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante*. [Tesis de grado]. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú.
- Huamaní, I. (2018). *Concreto autocompactante: diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho* [Tesis de grado]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3259/TESIS%20CIV5%2001_Hua.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Karmegam, A. & Kalidass, A. (2018). *Reusing granite sawing waste in selfcompacting concrete with polypropylene fiber at low-volume fractions*. <https://doi.org/10.1002/suco.201800155>
- Lozano, A., Dubchenko, I., Bashynskyi, S., Rodero, A., Fernández, J., & Jiménez, J. (2020). *Performance of self-compacting mortars with granite sludge as aggregate*. *Construction and Building Materials*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118998>
- Marulanda, J. (2018). *Materiales de Construcción*. Buenos Aires: El Cid editor. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=53499%2044>

- Metha, P. y Monteiro, P. (2013). *Concrete: Microstructure, Properties and Materials*. Third edition. California: McGraw- Hill.
- Neville, A. y Brooks, J. (2010). *Tecnología del Concreto* (Segunda ed.). Techbooks.
- NTP 400.017. (2018). *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima: INDECOPI. <https://www.inacal.gob.pe/>
- Okamura, H & Masahiro. O. (2003). *Self-Compacting Concrete*.
- Okamura, H. (1997). *Diseño de Hormigones Autocompactables de Alta Resistencia*. Revista Cemento Hormigón, 32-33.
- Omary, S., Ghorbel, E., & Wardeh, G. (2016). *Relationships between recycled concrete aggregates characteristics and recycled aggregates concretes properties*. Construction and Building Materials, 108, 163–174.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.01.042>
- Pantoja, P. S. (2017). *Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución del 10% y 15% del cemento por polvo de rocas ígneas*. Tesis de grado. Universidad San Pedro. Huaraz, Perú.
- Parra L. R. (2009) *Diseño de mezclas para Hormigón Autocompactable*. España.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto*. 2daed. Perú: 1998.206 pp.
- Rivva, E. (2014). *Materiales para el Concreto*. Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Rivva, E. (2015). *Tecnología del Concreto: Diseño de Mezclas* (Tercera ed.). Lima.
- Rodríguez, B. J. (2019). *Influencia de los superplastificante tipo F sobre sus propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante*

[Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23402/Rodríguez%20z%20Méndez%20Brando%20Jeffrey.pdf?sequence=1>

Rodríguez, K. (2016). *Aplicación del concreto autocompactante con aditivo incorporador de aire para el estudio de fisuras en losas de concreto armado*.

Sawekchai Tangaramvong, Peem Nuaklong, May Thazin Khine, & Pitcha Jongvivatsakul (2021). *The influences of granite industry waste on concrete properties with different strength grades*. El Selvier. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00669>

SENCICO. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del Concreto*. Lima: Cartolan Editores SRL. Obtenido de <https://www.sencico.gob.pe/>

Serrano, M. F. (2010) *La calidad del concreto: responsabilidad del diseñador y del constructor*, Innovación y Ciencia, Volumen XVII, No. 2, Asociación.

Sotomayor, N. B. (2019). *Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento portland tipo IP elaborado con residuos de mármol en porcentajes del 10%, 15% y 20% producto de la explotación de la cantera de Cullpahuanca - Quiquijana Quispicanchi, Cusco*. [Tesis de grado]. Universidad Andina del Cusco. Perú.

Vilanova, Á. (2009). *Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de Cemento y adiciones en las Propiedades Mecánicas del Hormigón Autocompactante*. [Tesis Doctoral]. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros, de Caminos, Canales y Puertos. España.

Wendner, R., Vorel, J., Smith, J., Hoover, C. G., Bazant, Z. k. P., & Cusatis, G. (2014). *Characterization of concrete failure behavior: a comprehensive experimental database for the calibration and validation of concrete models. Materials and Structures*. doi:10.1617/s11527-014-0426-0

IX. ANEXOS

Anexo 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del
concreto autocompactante $f'c$ 210kg/cm² – Carhuaz -2023

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	VARIABLES	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
GENERAL: ¿Cuál es el efecto de la adición de granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023?	V.I. Adición de granito pulverizado en 5% y 8% en peso de cemento.	GENERAL: Determinar el efecto de la adición de granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023.	GENERAL: La adición de granito pulverizado tiene efecto positivo en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023.	TIPO DE INVESTIGACIÓN : Aplicada Experimental
	V.D. Propiedades mecánicas del concreto autocompactante patrón.	ESPECIFICOS Determinar las propiedades físicas y mecánicas del granito pulverizado. Determinar la composición química del pulverizado mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX). Determinar el efecto de la adición de 8% del granito pulverizado por peso de cemento en la fluidez del concreto autocompactante $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ en estado fresco – Carhuaz -2023. Determinar el peso específico del granito pulverizado. Determinar la relación A/C del concreto patrón y Experimental. Determinar la resistencia a compresión del concreto patrón y concreto		DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Pre experimental G1: O1...O2 G2: O1...X...O2 G3: O1...X...O2 Donde: G1: Concreto patrón G2: Concreto con adición de 5% de granito pulverizado G2: Concreto con adición de 8% de granito pulverizado X: Sustitución de cemento por granito pulverizado O1 y O2 son las observaciones

	<p>experimental a los 7, 14 y 28 días.</p> <p>Determinar el grado de alcalinidad PH del concreto patrón y concreto experimental</p> <p>Analizar y comparar resultados mediante la validez estadística.</p>	
--	--	--

Anexo 02 Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones		Escala	Definición	Definición
	conceptual	Operacional	Indicadores	de	de medición
V1: Adición de granito pulverizado en 5% y 8% en peso de cemento.	<p>El granito es una roca ígnea formada por enfriamiento del magma, se origina a grandes profundidades de la tierra, el enfriamiento permite la formación de grandes cristales (Marulanda, 2018)</p>	<p>La variable adición de granito pulverizado en 5% y 8% en peso de cemento se va a medir mediante sus indicadores y las dimensiones propiedades, preparación y diseño de mezclas.</p>	<p>Propiedades Preparación del granito pulverizado Diseño de mezclas</p>	<p>Físicas Mecánicas Químicas Selección de cantera Proceso de obtención Pesos de acuerdo a diseño Proceso de almacenamiento Diseño de mezcla con 5% de granito pulverizado Diseño de mezcla con 8% de granito pulverizado</p>	<p>Numérica De razón</p>
	<p>Son propiedades del concreto en los estados fresco y endurecido, cuyas propiedades son aprovechados en la industria de la construcción, para la investigación se va a estudiar la fluidez del concreto y la resistencia a la compersión (Okamura & Masahiro, 2003)</p>	<p>La variable Propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c=210\text{kg/cm}^2$, se va a medir en función a los resultados de la fluidez del concreto y resistencia a la compresión cuando se adiciona 5% y 8% de granito pulverizado a los 7, 14 y 28 días de su elaboración.</p>	<p>Fluidez del concreto Resistencia a la compresión con 5% de adición de granito pulverizado Resistencia a la compresión con 8% de adición de granito pulverizado</p>	<p>Fluidez del concreto autocompactante $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 5% de granito pulverizado Fluidez del concreto autocompactante $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 8% de granito pulverizado Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 5% de granito pulverizado a los 7 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 5% de granito pulverizado a los 14 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 5% de granito pulverizado a los 28 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 8% de granito pulverizado a los 7 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con adición de 8% de granito pulverizado a los 14 días Resistencia a la compresión de concreto autocompactante con</p>	<p>Numérica De razón</p>

adición de 8% de granito
pulverizado a los 28 días

Anexo 03 Procesos metodológicos de la investigación

El proceso inicial consistió en disponer de ellos agregados para la mezcla del concreto autocompactante convencional y el concreto autocompactante adicionado con granito pulverizado para resistencias de 210 Kg/cm², se utilizaron los siguientes materiales: Cemento Portland tipo I, granito pulverizado, Agregados de la cantera de TACLLAN y aditivo CHEMA.

Ensayos de los agregados, determinación de peso específico, pesos volumétricos y análisis granulométrico.

Contenido de humedad. Para ello se determinó la cantidad de agua existente en cada uno de los agregados a emplear en la mezcla y que podría afectar al diseño de mezcla. Se pesaron dos recipientes en una balanza eléctrica para que proporcione los datos precisos. Se colocaron las muestras en los recipientes, se pesaron y registraron. Se colocaron los recipientes con muestra al horno a $110^{\circ} \pm 5C^{\circ}$ por un tiempo de 24 horas. Después de transcurrido las 24 horas se retiró a cada muestra seca del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se pesaron las muestras con recipientes y se registró adecuadamente. Se procedió al cálculo de cada una de las muestras, el peso del suelo seco, del agua y obtener el porcentaje de humedad de cada muestra y el promedio que representa. Se aplicó la siguiente formula.

$$W\% = \frac{PESODELAGUA}{PESOSECO} \times 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100$$

Donde:

W% = Contenido de humedad del suelo.

Wh = Peso de la muestra húmedo.

Ws = Peso de la muestra seco.

Tabla 18 Contenido de humedad del agregado fino

AGREGADO FINO			
N° tarro		13	16
Peso tarro + suelo húmedo	(g)	1103.50	1183.50
Peso tarro + suelo seco	(g)	1039.00	1117.70
Peso de agua	(g)	64.50	65.80

Peso del tarro	(g)	165.50	165.70
Peso del suelo seco	(g)	873.50	952.00
Contenido de humedad	(%)	7.38	6.91
Humedad promedio	(%)	7.15	

Fuente: elaboración propia

Tabla 19 Contenido de humedad del agregado grueso

AGREGADO GRUESO			
N° tarro		30	33
Peso tarro + suelo húmedo	(g)	1151.80	1119.70
Peso tarro + suelo seco	(g)	1139.70	1110.20
Peso de agua	(g)	12.10	9.50
Peso del tarro	(g)	167.90	165.00
Peso del suelo seco	(g)	971.80	945.20
Contenido de humedad	(%)	1.25	1.01
Humedad promedio	(%)		1.13

Fuente: elaboración propia.

Granulometría.

Para el estudio de la granulometría, se tomó una muestra del agregado y el agregado fue separado mediante un conjunto de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas del agregado.

Para agregado fino (Arena)

- Se secó la muestra por 24 horas a una temperatura constante de $110^{\circ} \pm 5C^{\circ}$
- Se pesó la arena ya retirada del horno.
- Se seleccionó los tamices para realizar el ensayo que son: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100. Se puso la muestra y se agito los tamices hasta lograr la distribución de las partículas.
- Se destapó los tamices con las retenciones de las partículas y se pesó cada una de ellas y se determinó el peso retenido en casa tamiz.
- Se realizó los cálculos de: % Retenido parcial, % Retenido acumulado y % que pasa, para luego calcular el Módulo de Finesa que es:

Módulo De Finura

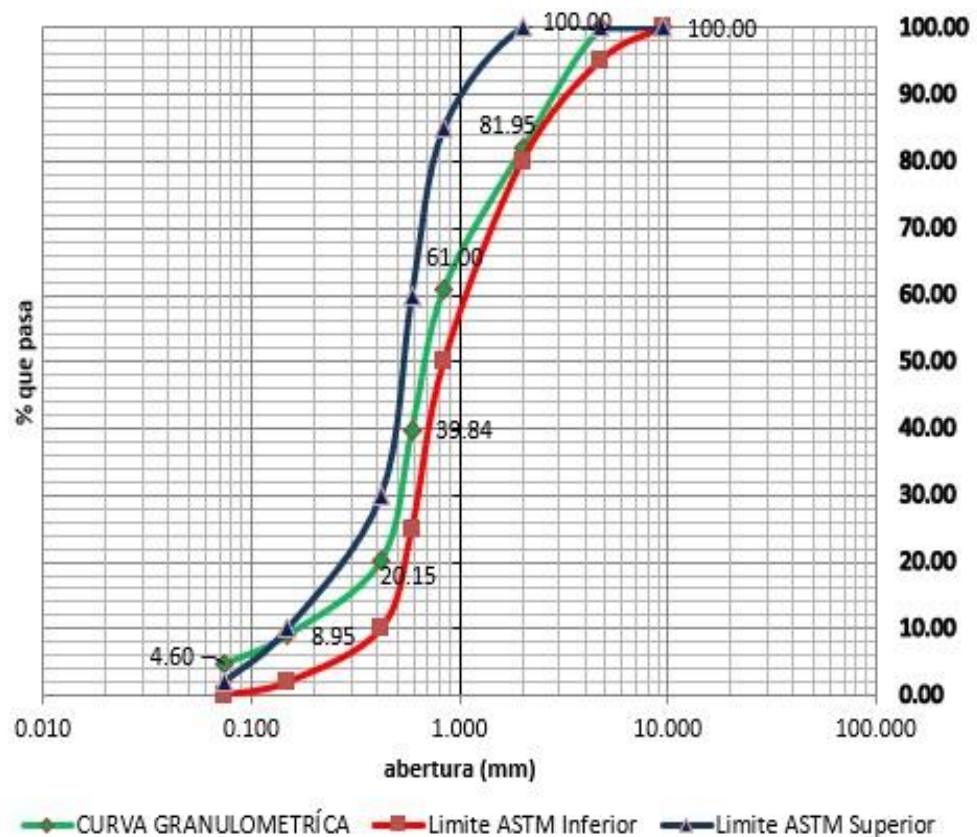
$$= \frac{\sum \% \text{ acumulados de los tamices: } 3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8'' + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

100

Tabla 20 Granulometría del agregado fino

N°	AMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.000	433.80	17.14	17.14	82.86
N° 16	0.840	497.60	19.66	36.80	63.20
N° 30	0.590	524.20	20.71	57.51	42.49
N° 50	0.420	469.90	18.57	76.08	23.92
N° 100	0.149	352.70	13.94	90.01	9.99
N° 200	0.074	242.80	9.59	99.60	0.40
PLATO		10.00	0.40	100.00	0.00
TOTAL		2531.00	100.00		

Figura 15 Curva Granulométrica del agregado fino



Para agregado grueso (Piedra chancada)

- Se secó la muestra por 24 horas a una temperatura constante de $110^{\circ} \pm 5C^{\circ}$.
- Se pesó la piedra chancada ya retirada del horno.

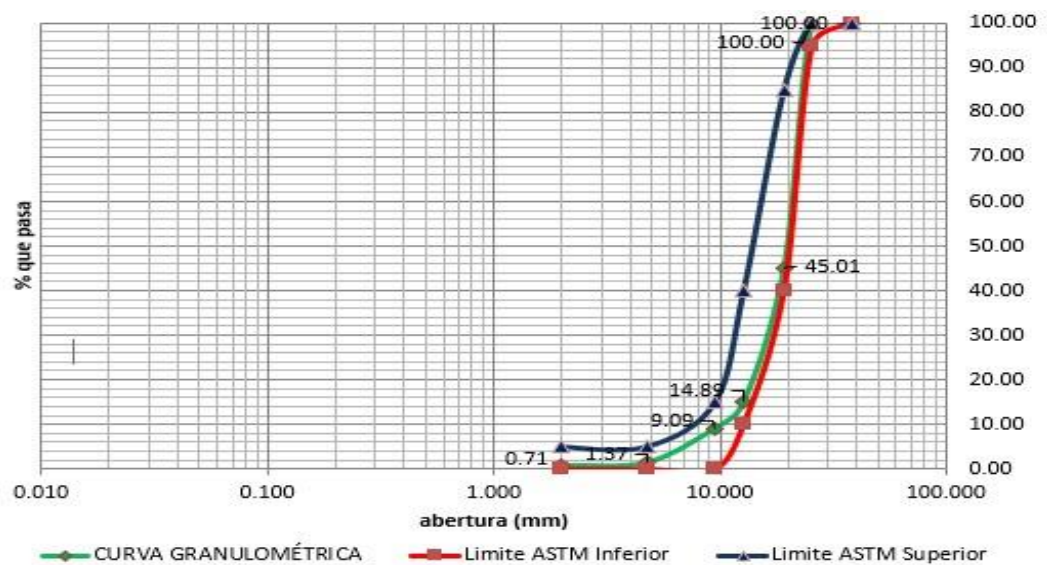
- Se seleccionó los tamices para realizar el ensayo que son: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y N°4. Se puso la muestra y se agitó los tamices hasta lograr la distribución.
- Se destapó los tamices con las retenciones de las gravas y se pesó cada una de ellas.
- Se determinó el tamaño nominal máximo (T.N.M.), identificando el primer retenido.

Tabla 21 Granulometría del agregado grueso

N°	MIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2 "	38.100	0	0.00	0.00	100.00
1 "	25.400	0	0.00	0.00	100.00
3/4 "	19.100	0	0.00	0.00	100.00
1/2 "	12.700	2748.0	34.43	34.43	65.57
3/8 "	9.500	2470.0	30.95	65.38	34.62
N° 4	4.750	2704.5	33.89	99.27	0.73
N° 8	2.360	58.5	0.73	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.0	0.00	100.00	
	PLATO	0.0	0.00		
	TOTAL	7981	100.00		

Fuente: elaboración propia.

Figura 16 Curva Granulométrica del agregado grueso



Peso específico y porcentaje de absorción. Determinar el peso específico y % de absorción tanto del agregado grueso como del agregado fino de acuerdo a las normas técnicas peruanas nombradas.

Para agregado fino (Arena).

Se tomó una muestra representativa de agregado fino la cual se sumergió durante 24 horas. Al día siguiente, se expandió la muestra sobre la superficie en un recipiente o bandeja, la cual no fue absorbente. Con el secador se le inyectó una corriente de aire hasta conseguir un secado uniforme, la operación fue terminada cuando los granos del agregado estuvieron sueltos. Luego se introdujo la muestra en un molde cónico, se apisonó unas 25 veces, dejando caer el pisón desde una altura aproximada de 1 cm, posteriormente se niveló y si al quitar el molde, la muestra se dejó caer es porque no existió humedad libre, caso contrario se continúa secando y se repite el proceso hasta que cumpla con la condición. Cuando se cae el agregado al quitar el molde cónico es porque se ha alcanzado una condición saturada con superficie seca.

Se procedió a tomar una muestra del agregado para envasarla en el picnómetro llenándolo con agua a 20°C hasta más o menos 250 cms³, luego se hizo girar el picnómetro para eliminar todas las burbujas de aire posibles. Se procedió a cuantificar el peso del picnómetro en la balanza anotando su respectivo valor.

Al término de este paso, se embazó la muestra en tazas para ser dejadas en el horno por espacio de 24 horas. Y, por último, al día siguiente se llevaron las muestras a la balanza y se cuantificó su valor. Se tomaron apuntes.

Tabla 22 Gravedad específica y absorción del agregado fino

A	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300.00
B	: Peso de frasco + agua	679.00
C = A + B	: Peso frasco + agua + material	979.00
D	: Peso de material + agua en el frasco	865.60
E = C - D	: Volumen de masa + volumen de vacío	113.40
F	: Peso material seco en horno	296.50
G = E - (A-F)	: Volumen de masa	109.90
ABSORCION (%)	: $((A-F/F)*100)$	1.18
ABS. PROM. (%):		1.18
PROMEDIO		

P.e. Bulk (Base Seca) =	F/E	2.61
P.e. Bulk (Base Saturada) =	A/E	2.65
P.e. Aparente (Base Seca) =	F/G	2.70
PROMEDIO		
P.e. Bulk (Base Seca)		2.61
P.e. Bulk (Base Saturada)		2.65
P.e. Aparente (Base Seca)		2.70

Fuente: elaboración propia.

Para agregado grueso (Piedra chancada)

- Se escogió una muestra representativa del agregado, la cual se redujo desechando el material que pasara por el tamiz # 4, luego se procedió a lavarla y sumergirla durante 24 horas.
- Al día siguiente, se tomó la muestra secándola parcialmente con una toalla hasta eliminar películas visibles de agua en la superficie. Se tuvo en cuenta que las partículas más grandes se secaron por separado. Cuando las partículas tienen un color mate es porque ya está en la condición saturada y superficialmente seca.
- Con la balanza debidamente calibrada se pesó la muestra para averiguar su masa en esta condición. Luego se introdujo en la canastilla y se sumergió, y se cuantificó la masa sumergida en agua a una temperatura ambiente. Luego fue llevada al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas, al día siguiente se cuantificó su peso y se tomaron apuntes.

Tabla 23 Análisis granulométrico del agregado grueso

A	: Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	904.90	904.00	905.80
B	: Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	561.00	576.00	578.20
C = A - B	: Volumen de masa + volumen de vacíos	343.90	328.00	327.60
D	: Peso de material seco en el horno	882.5	882.5	883.1
E = C - (A-D)	: Volumen de masa	321.50	306.50	304.90
PROMEDIO				
ABSORCION (%)	: $((A-D)/D)*100$	2.54	2.44	2.57
ABS. PROM. (%)	:	2.51		
PROMEDIO				

P.e. Bulk (Base Seca) =	D/C	2.57	2.69	2.70
P.e. Bulk (Base Saturada) =	A/C	2.63	2.76	2.76
P.e. Aparente (Base Seca) =	D/E	2.74	2.88	2.90
PROMEDIO				
P.e. Bulk (Base Seca)		2.65		
P.e. Bulk (Base Saturada)		2.72		
P.e. Aparente (Base Seca)		2.84		

Fuente: elaboración propia.

Peso unitario suelto y compactado. Determinar el peso unitario seco suelto y compactado para poder desarrollar un diseño de mezcla adecuado.

- Se tomó 6 muestras, 3 para peso unitario suelto y 3 para peso unitario compactado, tanto para agregado fino y grueso.
- Para el procedimiento para la determinación de peso unitario suelto se usó sólo cuando sea indicado específicamente. De otro modo, el peso unitario compactado fue determinado por el procedimiento de apisonado para agregados que tuvieron un tamaño máximo nominal de 37,5 mm (1 ½ pulg) o menos; o por el procedimiento de percusión para agregados con tamaño máximo nominal entre 37,5 mm y 150 mm (1 ½ pulg a 6 pulg).
- Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la mano. Se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compactó con 25 golpes como antes. Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando la barra compactadora como regla.
- Calcular el peso unitario compactado o suelto, como sigue:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

M

G

T = Peso del molde.

V = Volumen del molde

Donde:

= Peso Unitario del agregado.

= Peso del agregado más molde.

Se procedió con los trabajos para obtener el peso unitario suelto del agregado fino y el agregado grueso, se llenó el recipiente de una altura promedio de 10 cm haciendo uso de un cucharón todas las veces que se llene el recipiente fueron pesados en una balanza, así sea para obtener el peso unitario suelto y el compactado

Posteriormente se hizo los trabajos para obtener el peso unitario compactado del agregado fino y el agregado grueso, se llenó en tres partes iguales de la altura del recipiente, luego se chuseó dando uso una varilla de acero 25 golpes en cada capa.

Peso unitario del agregado fino.

Tabla 24. Peso unitario suelto

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra	7735	7765	7770
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4315	4345	4350
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1554	1565	1567
Peso unitario promedio.	1562	Kg/m ³	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25 Peso unitario compactado

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra	8475	8450	8450
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	5055	5030	5030
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1821	1812	1812
Peso unitario promedio	1815	Kg/m3	

Fuente: elaboración propia.

Peso unitario del agregado grueso.**Tabla 26** Peso unitario suelto

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra	7085	7095	7070
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3665	3675	3650
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1320	1324	1315
Peso unitario promedio	1320 Kg/m3		

Fuente: elaboración propia

Tabla 27

Peso unitario compactado.

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra	7460	7485	7495
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4040	4065	4075
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1455	1464	1468
Peso unitario promedio	1463	Kg/m3	

Fuente: elaboración propia

Extracción del material para la adición.

Se hizo visita al taller de picapedreros de BON BOSCO de la ciudad de ANTA con la finalidad de recoger el granito pulverizado, estos son residuos acumulados al realizarse

el corte de las piedras con las máquinas trozadoras, los cuales son desechados en un punto de acumulación.

Se calculó los parámetros para diseño de mezcla.

En el diseño se realizaron los ajustes de las muestras de prueba, con los parámetros obtenidos se procedió a diseñar la mezcla en laboratorio en función del método de diseño determinado.

La preparación del concreto se hizo con la aplicación de una lampa, por no tener disposición de una mezcladora.

Ensayo en el concreto:

Ensayo de extensión de flujo.

Ensayo “CAJA EN L”.

Ensayo “DEL EMBUDO EN V”.

Se procedió a la confección de probetas cilíndricas, el volumen de las muestras fue no menor de un pie cúbico (30 litros aproximadamente). La limpieza de los moldes fue de suma importancia para poder elaborar nuestras muestras de concreto, esto para evitar la contaminación, luego se procedió con el ajuste de los tornillos, luego se aplicó petróleo y se procedió al llenado de la mezcla correspondiente al CAC patrón, y los CAC muestras con adiciones al 5% y 8% con granito pulverizado.

El concreto endurecido, en las probetas confeccionadas, curadas y, cumplida con la edad se procedió en la realización de los ensayos de resistencia a compresión. Al día siguiente, se desarrolló las actividades de desmolde de las muestras de concreto elaboradas, se le puso una marca correspondiente a cada una de ellas indicando la fecha de elaboración, las características de cada una de ellas, para luego ser sumergidas para su respectivo curado.

Después de los 6 días se procedió a retirar las muestras de concreto para que repose, seque y pierda humedad, para el día siguiente pasar a la primera etapa de rotura a los 7 días.

Después de los 13 días se procedió a retirar las muestras de concreto para que repose, seque y pierda humedad para el día siguiente pasar a la segunda etapa de rotura de 14 días.

Después de los 27 días se procedió a retirar las muestras de concreto para que repose, seque y pierda humedad para el día siguiente pasar a la segunda etapa de rotura de 28 días.

Recopilación y análisis de los resultados de los ensayos, análisis comparativo ente en CAC convencional y los CAC experimentales: densidades, fluidez, resistencias y costos.

Elaboración del informe final.

Se elaboró teniendo en cuenta la norma APA séptima edición.

Anexo 04

Resultados de laboratorio



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

(8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. Dextre Lliuya Franklin Gustavo
TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 19/07/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.107

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado 1757 kg/m³
- Contenido de humedad 0.91 %
- Absorción 1.11 %
- Módulo de fineza 2.59

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1357 kg/m³
- Peso unitario compactado 1419 kg/m³
- Contenido de humedad 0.57 %
- Absorción 1.01 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Ciudad U.
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.088
5% GP.....	(m ³)	0.008
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.333
Agregado grueso.....	(m ³)	0.346
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	275.73	kg/m3
5% GP.....	23.977	kg/m3
Agua efectiva.....	205.00	lts/m3
Agregado fino.....	898.73	kg/m3
Agregado grueso.....	906.86	kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	275.73	kg/m3
5% GP.....	23.977	kg/m3
Agua efectiva.....	212.02	lts/m3
Agregado fino.....	906.87	kg/m3
Agregado grueso.....	911.99	kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{275.73}{275.73} : \frac{23.977}{275.73} : \frac{906.87}{275.73} : \frac{911.99}{275.73}$$

$$1 : 0.09 : 3.29 : 3.31 \quad 30.06 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO
(Frasco de Le Chaletair)
(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : Bach.Dextre Lliuya Franklin Gustavo
TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
MATERIAL : 92% DE CEMENTO 8% GRANITO PULVERIZADO
FECHA : 19/07/2023

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	20.60	20.60
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	20.60	20.60
PESO ESPECIFICO		3.107	3.107
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)		3.107

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(5% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH. Dextre Lliuya Franklin Gustavo
TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/cm²- Carhuaz - 2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 19/07/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.077

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANtera : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado 1757 kg/m³
- Contenido de humedad 0.91 %
- Absorción 1.11 %
- Módulo de fineza 2.59

D.- Agregado grueso

CANtera : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1357 kg/m³
- Peso unitario compactado 1410 kg/m³
- Contenido de humedad 0.57 %
- Absorción 1.01 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.091	
5% GP.....	(m ³)	0.005	
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205	
Agregado fino.....	(m ³)	0.333	
Agregado grueso.....	(m ³)	0.346	
Aire.....	(m ³)	0.020	
		1.000	m³

PESOS SECOS

Cemento.....	284.72	kg/m ³
5% GP.....	14.985	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	898.73	kg/m ³
Agregado grueso.....	906.86	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	284.72	kg/m ³
5% GP.....	14.985	kg/m ³
Agua efectiva.....	210.84	lts/m ³
Agregado fino.....	906.87	kg/m ³
Agregado grueso.....	911.99	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{284.72}{284.72} : \frac{14.985}{284.72} : \frac{906.87}{284.72} : \frac{911.99}{284.72}$$

$$1 : 0.05 : 3.19 : 3.20 \quad 29.90 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
Catedrático
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. Dextre Lliuya Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granillo pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/cm² - Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 19/07/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.70
- Peso unitario suelto 1811 kg/m³
- Peso unitario compactado 1757 kg/m³
- Contenido de humedad 0.91 %
- Absorción 1.11 %
- Módulo de fineza 2.58

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.62
- Peso unitario suelto 1357 kg/m³
- Peso unitario compactado 1419 kg/m³
- Contenido de humedad 0.57 %
- Absorción 1.01 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Polar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C : $205 / 0.684 = 299.708 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento	299.708	kg/m ³
Agua efectiva	210.840	lts/m ³
Agregado fino	906.867	kg/m ³
Agregado grueso	911.993	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{906.867}{299.71} : \frac{911.99}{299.71}$$

1 : 3.03 : 3.04 : 29.90 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.79 : 3.35 : 29.90 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. Dextre Lizya Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 19/07/2023

F' C : 210 Kg/cm²

N°	ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/FC' (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,5	13/06/2023	20/06/2023	7	157.23	74.87
02	PATRON	3,5	13/06/2023	20/06/2023	7	165.33	78.73
03	PATRON	3,5	13/06/2023	20/06/2023	7	153.66	73.17
04	PATRON	3,5	13/06/2023	27/06/2023	14	193.21	92.01
05	PATRON	3,5	13/06/2023	27/06/2023	14	191.23	91.06
06	PATRON	3,5	13/06/2023	27/06/2023	14	196.79	93.71
07	PATRON	3,5	13/06/2023	11/07/2023	28	218.34	103.97
08	PATRON	3,5	13/06/2023	11/07/2023	28	216.29	103.00
09	PATRON	3,5	13/06/2023	11/07/2023	28	215.38	102.56

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Espinoza Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 5%

SOLICITA : BACH. Dextre Lliuya Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm² - Camuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 19/07/2023
 F' C : 210 Kg/cm²

N°	ELEMENTO	SLUMP (")	MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	F' C Kg/Cm ²	F' C F' C ₀ (%)
01	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	21/06/2023	7	178.67	85.08
02	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	21/06/2023	7	181.76	86.53
03	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	21/06/2023	7	180.90	86.14
04	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	20/06/2023	14	202.81	96.58
05	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	28/06/2023	14	204.30	97.29
06	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	28/06/2023	14	206.24	98.21
07	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	12/07/2023	28	237.33	113.01
08	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	12/07/2023	28	232.78	110.85
09	EXPERIMENTAL	3,4	14/06/2023	12/07/2023	28	235.37	112.08

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 8%

SOLICITA : BACH. Deyre Llaya Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto
 autocompactante f_c 210 kg/cm²- Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 19/07/2023

F_C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	MOLDEO	ROTURA	EDAD DIAS	PC Kg/Cm ²	FC (%)
01	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	21/06/2023	7	164.96	78.55
02	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	21/06/2023	7	166.04	79.07
03	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	21/06/2023	7	166.64	79.35
04	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	28/06/2023	14	196.52	93.38
05	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	28/06/2023	14	195.80	93.24
06	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	28/06/2023	14	198.12	94.34
07	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	12/07/2023	28	225.84	107.54
08	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	12/07/2023	28	221.46	105.46
09	EXPERIMENTAL	3,3	14/06/2023	12/07/2023	28	226.66	107.93

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. Dextre Lúya Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del gránulo pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/07/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1240.9	1229.3
TARA + SUELO SECO (gr)	1231.7	1219.9
PESO DEL AGUA (gr)	9.2	9.4
PESO DE LA TARA (gr)	207	190
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1024.7	1029.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.90	0.91
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.91	


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. Dextre Lluysa Franklin Gustavo
TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 19/07/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1130	1050
TARA + SUELO SECO (gr)	1125	1045
PESO DEL AGUA (gr)	5	5
PESO DE LA TARA (gr)	200	200
PESO DEL SUELO SECO (gr)	925	845
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.54	0.59
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.57	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. Dextre Lluja Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto subcompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/07/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	965.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	855.00	855.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	110.00	110.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	295.70	295.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))		105.70	105.70
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.697	2.697
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.727	2.727
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.781	2.781
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		1.11	1.11

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.697
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.727
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.781
 Absorción (%) : 1.11

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. Dextre Lliuya Franklin Gustavo
TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ - Carhuaz - 2023
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 19/07/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1005.00	1005.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	625.70	625.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	379.30	379.30
D	Peso de material seco en estufa	995.00	995.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	369.30	369.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.623	2.623
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.650	2.650
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.694	2.694
F	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$	1.01	1.01

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.623
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.650
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.694
Absorción (%) : 1.01

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. Dextre Uluya Frankán Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 19/07/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7145	7125	7125
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	3819	3799	3799
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1370	1363	1363
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1365		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1357		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7290	7305	7320
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	3964	3979	3994
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1422	1427	1433
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1427		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1419		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Polir-Jorica
 D.N. 10170
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. Daxtra Liuya Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/07/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7805	7990	7885
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4445	4630	4525
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1594	1661	1623
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1626		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1611		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8290	8310	8305
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4930	4950	4945
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1768	1775	1774
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1772		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1757		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

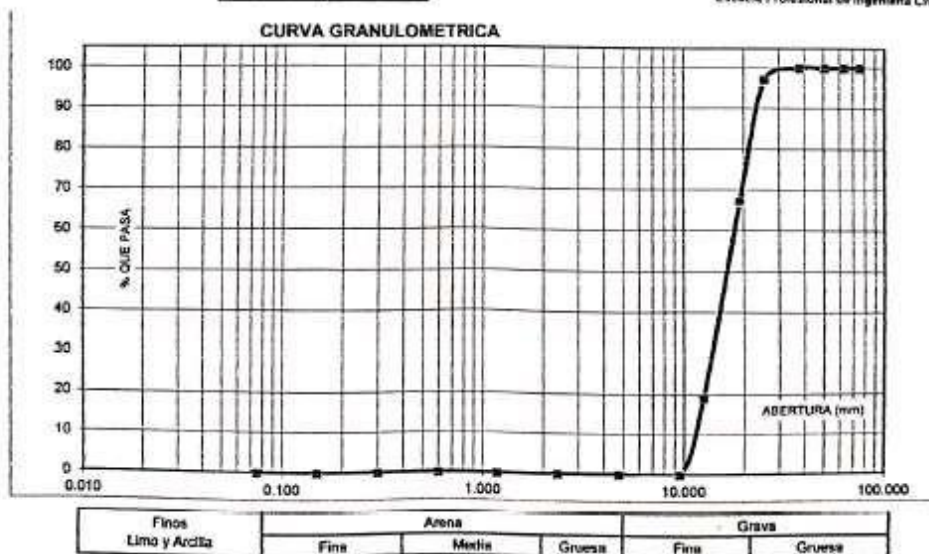
SOLICITA : BACH. Dextre Lluya Franklin Gustavo
 TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante Fc 210 kgf/cm²- Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 19/07/2023

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°					
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	35.4	3.0	3.0	97.0
3/4"	19.100	350.0	29.9	32.9	67.1
3/8"	12.500	562.3	48.0	80.9	19.1
5/16"	9.520	223.3	19.1	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N°8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1171.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136 05)**

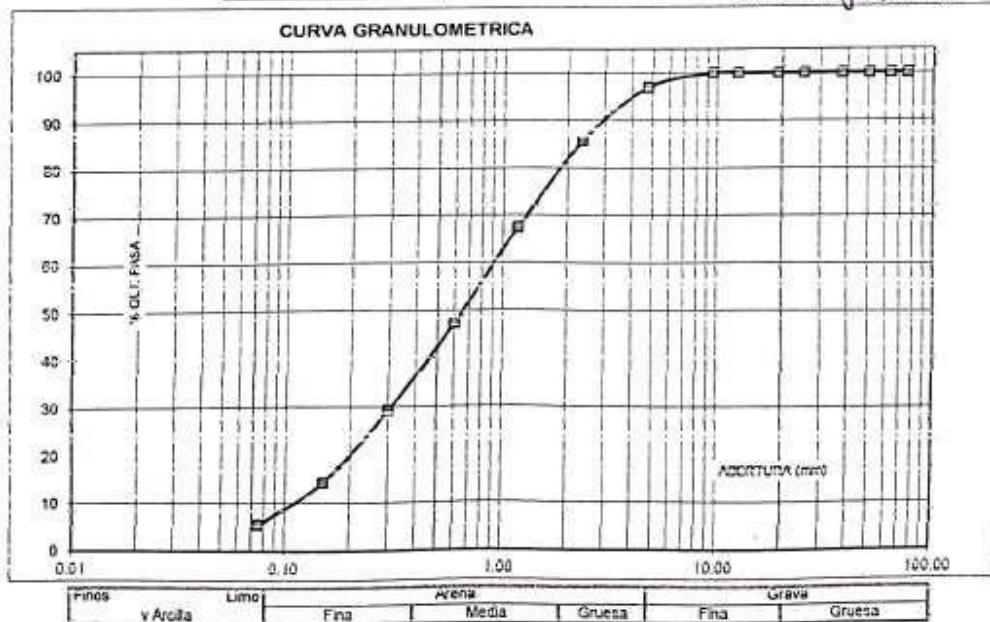
SOLICITA : BACH. Dextre Luján Franklin Gustavo
 TÍTULO : Efectos de la adición del gránulo pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante f_c 210 kg/cm² - Carhuaz - 2023
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/07/2023

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	28.0	3.1	3.1	96.9
N° 8	2.36	101.0	11.2	14.3	85.7
N° 16	1.18	165.0	18.3	32.5	67.5
N° 30	0.60	180.0	19.9	52.4	47.6
N° 50	0.30	165.0	18.3	70.7	29.3
N° 100	0.15	135.0	14.9	85.0	14.4
N° 200	0.08	80.0	8.8	94.5	5.5
PLATO	ASTM C-117 04	50	5.5	100.0	0.0
TOTAL		994.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.59

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 Catedrático
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil





DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : Bach.Dextre Liuuya Franklin Gustavo
TESIS : Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto
autocompactante f_c 210 kg/ cm²- Carhuaz - 2023
MATERIAL : 95% DE CEMENTO 5% GRANITO PULVERIZADO
FECHA : 19/07/2023

PRUEBA Nº		01	02
FRASCO Nº			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	20.80	20.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	20.80	20.80
PESO ESPECIFICO		3.077	3.077
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.077	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Trujillo, 24 de mayo del 2023

INFORME N° 06 - MAY-23



Solicitante: Franklin Gustavo Dextre Lliuya – Universidad San Pedro

RUC/DNI: 70461648

Supervisor:

1. MUESTRA: Granito pulverizado (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	GP-6M	39.8 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 39.8 mg.

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa
Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203610/949790680 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú



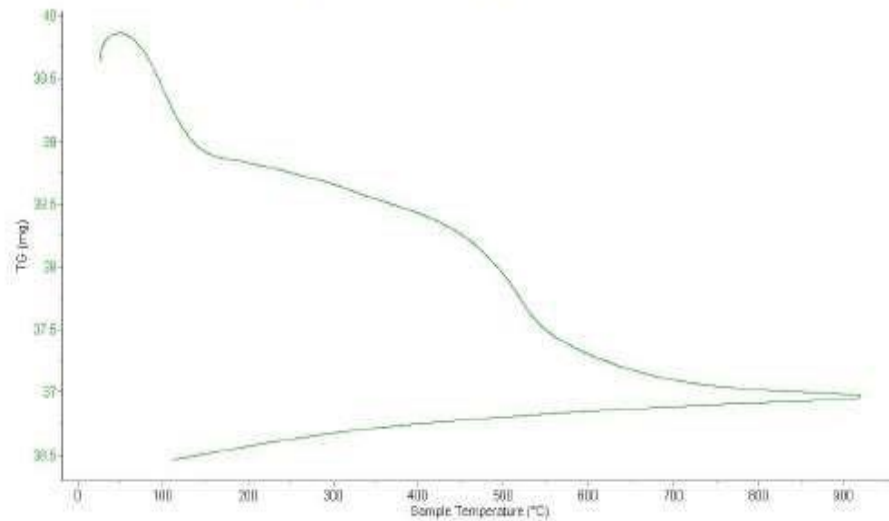
Trujillo, 24 de mayo del 2023

INFORME N° 06 - MAY-23

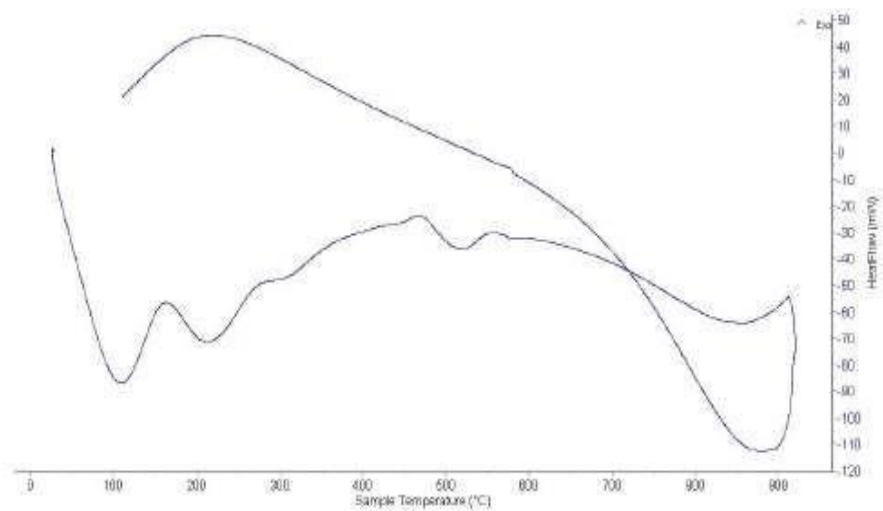


4. Resultados:

I- Curva de análisis termo-gravimétrico (TGA).



II- Curva de Análisis Térmico Diferencial (ATD)





Trujillo, 24 de mayo del 2023

INFORME N° 06 - MAY-23

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis termogravimétrico (TGA) se presentan dos caídas de la masa del material, la primera se observa entre 80 y 120°C y la segunda, la cual es la más importante, se da entre 420 y 440°C. Luego la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 8% de su masa inicial, aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico ATD, se puede mostrar importantes picos endotérmicos en 100°C y 210°C. Posteriormente, se muestra un ligero pico de absorción térmica a 530°C y un pico aún más pequeño a 590°C, y uno más intenso a 850 lo cual indicaría que representan cambios estructurales y con ellos cambios en las propiedades del material.



Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIR. 84953

Trujillo, 24 de mayo del 2023



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

Anexo 06

Análisis de calcinación



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : BACH. Dextre Lliuya Franklin Gustavo

ASUNTO : Calcinación de Muestras

FECHA DE RECEPCION : 02/06/2023

FECHA DE ENTREGA : 03/06/2023

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Granito pulverizado	Calcinación	850	90 min	5049.2	3903.7

Chimbote, 19 de julio de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Colter Jara
Instituto Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Anexo 07

Análisis de Arqueometría



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 07 - LAQ/2023

Análisis de granito calcinado por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de granito en polvo a pedido del Sr. **Dextre Lliuya, Franklin Gustavo**, como parte de su proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil a ser sustentada en la Universidad San Pedro, que se titula:

“Efectos de la Adición de Granito Pulverizado en las Propiedades Mecánicas del Concreto Autocompactante $F'c=210$ kg/cm², Carhuaz - 2023.”

La muestra de granito fue previamente calcinada y se encuentra en forma de polvo fino de color gris.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 1300 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo





L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de polvo de granito calcinado. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón (Ar), que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X. La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en una





muestra calcinada con elementos con números atómicos mayores que 12. La suma de estas concentraciones es mayor que 100%. Es probable que la muestra contenga compuestos diferentes de óxidos y/o se presenta una leve deficiencia en la calibración del instrumento. Luego estas concentraciones se normalizan al 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

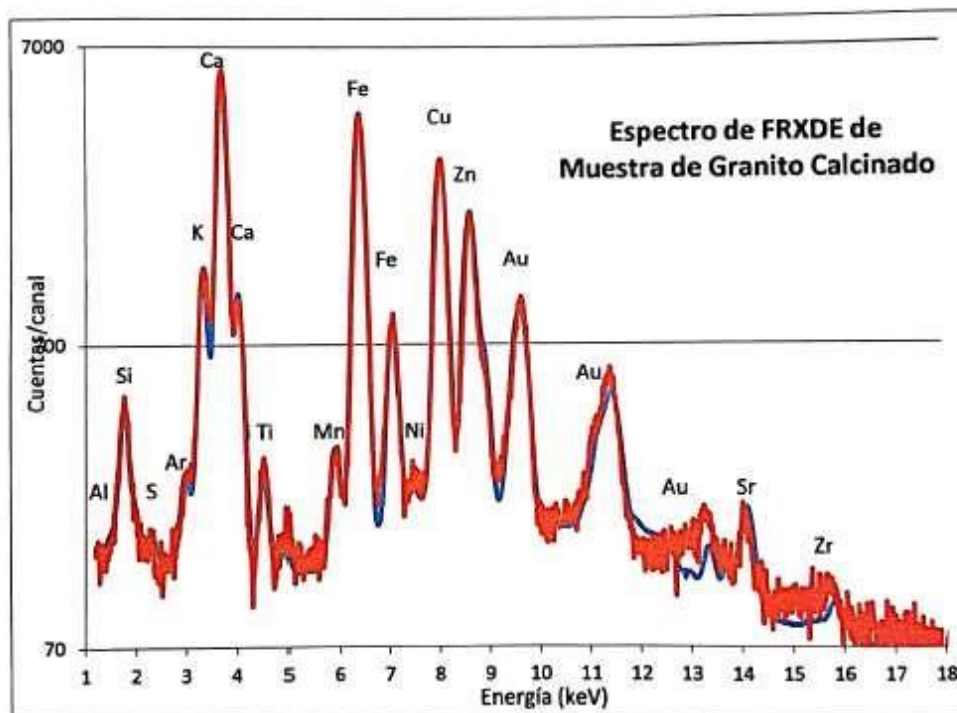


Figura 1. Espectro de FRXDE de polvo de granito calcinado en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado





Tabla 1. Composición elemental de granito calcinado en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	4.106	3.582
SiO ₂	85.593	74.655
SO ₂	1.225	1.068
K ₂ O	3.990	3.480
CaO	15.561	13.572
TiO ₂	0.260	0.227
MnO	0.118	0.102
Fe ₂ O ₃	2.392	2.087
Ni ₂ O ₃	0.018	0.016
CuO	0.928	0.809
ZnO	0.421	0.367
SrO	0.040	0.035
Total	114.652	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....
Laboratorio de Arqueometría



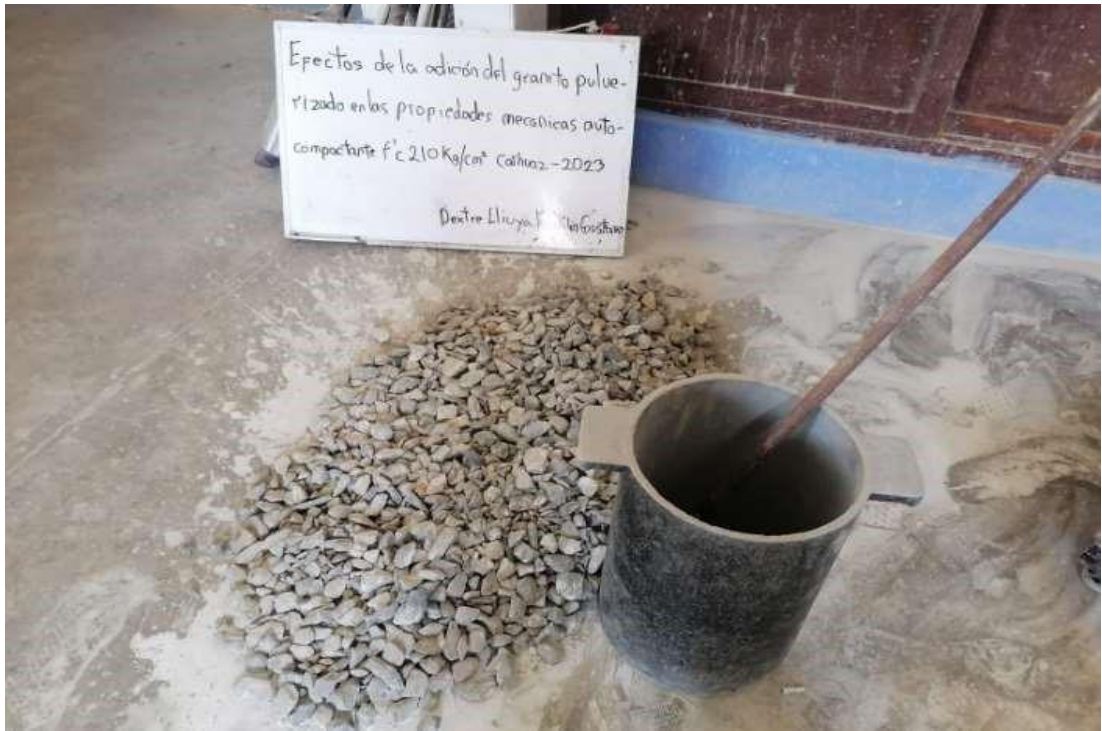
Lima, 14 de junio del 2023



Granito pulverizado en laboratorio y horno



Preparación de diseño de concreto





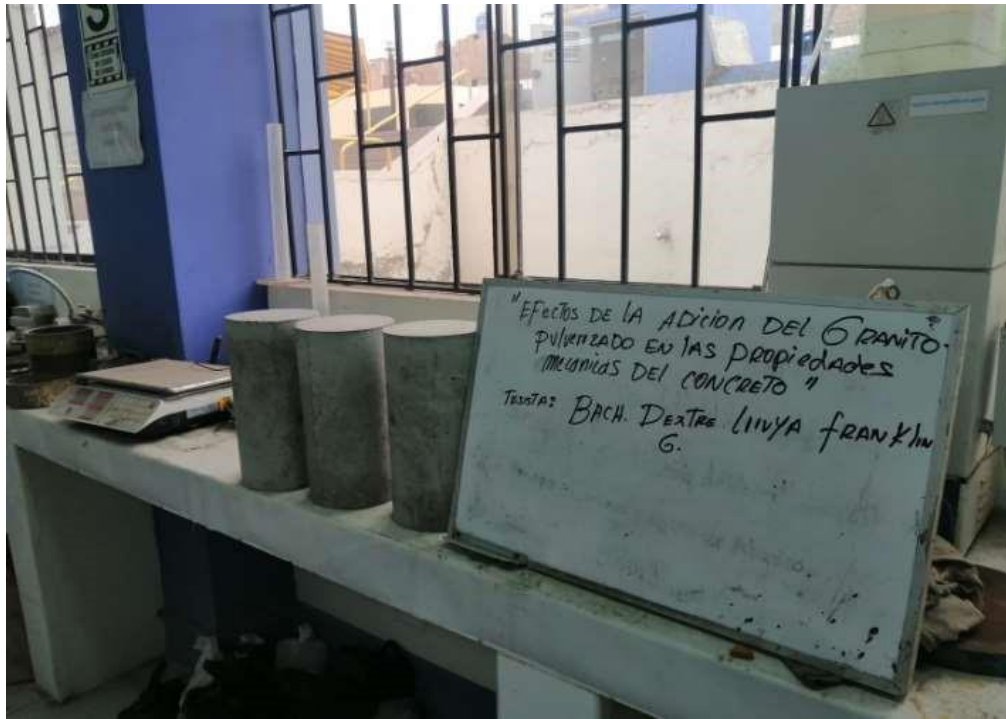
Ensayos de prueba de fluidez.





Elaboración de probetas de concreto





Determinación de la resistencia a la compresión del concreto



Anexo 09

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
Dextre Lluya Franklin Gustavo		70461648	Ingustavo2020@gmail.com	
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suiciencia Profesional	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>		
Trabajo de Investigación				
3. Grado Académico o Título Profesional ¹				
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/>	Título Profesional	<input type="checkbox"/>
	Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/>	Maestría	<input type="checkbox"/>
	Doctorado			
4. Título del Documento de Investigación				
Efectos de la adición del granito pulverizado en las Propiedades mecánicas del Concreto autocompactante f'_c 210 Kg/cm ² - Carhuaz - 2023.				
5. Programa Académico				
Ingeniería civil				
6. Tipo de Acceso al Documento				
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierto o Público ² (info:ca-repo/tematica/openaccess)		<input type="checkbox"/>	
	Acceso restringido ³ (info:ca-repo/tematica/restrictedaccess/?)			
(*) En caso de restringido sustentar motivo:				

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁴

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁴

Fecha: Chimbote 04 06 2024




Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 015-18-G-RUNED-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 5.2.
- Ley N° 38035, Ley que aprueba el Repositorio Nacional Digital de Gestión, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y DS 009-2003-PC.
- Si el autor otorga el tipo de acceso abierto público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer copias de forma en la obra y distribuir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los derechos de autor y Propiedad intelectual de acuerdo en el Artículo de la Ley 322.
- En caso de que el autor otorga la categoría abierta, únicamente se publicará los datos del autor y nombre de la obra de acuerdo a la resolución N° 004-2016-CORCTIC-DEAC (Secciónes 52 y 67) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las Licencias Creative Commons (CC) en sus versiones internacionales son libres de honorarios y de honorarios de derechos de autor y de honorarios de derechos de autor que facilitan la difusión de información, recursos culturales, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 1.2 del artículo 17 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales (RNAT) sus convenios, contratos y acuerdos de colaboración suponen incumplimiento algunas veces los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los resultados en sus repositorios institucionales colocados a una de acceso abierto y restringido los cuales se podrán acceder por el Repositorio Digital (RDAT), a través del Repositorio (RDI).

Nota: En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a la Ley 29494, art. 32, párrafo 32.0.

Efectos de la adición del granito pulverizado en las propiedades mecánicas del concreto autocompactante $f'c=210\text{kg/cm}^2$ – Carhuaz -2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	3%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	3%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	1 %
11	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1 %
13	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
15	vdocuments.com.br Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %

20	1library.co Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uas.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
23	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
27	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
28	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
30	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
31	ri.ues.edu.sv	

	Fuente de Internet	<1 %
32	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	www.geocaching.com Fuente de Internet	<1 %
36	fundacionlasirc.org Fuente de Internet	<1 %
37	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
38	repository.upb.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Corporación Universitaria del Caribe Trabajo del estudiante	<1 %
40	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
41	dokumen.tips Fuente de Internet	<1 %
42	vsip.info Fuente de Internet	<1 %

		<1 %
43	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	<1 %
44	buleria.unileon.es Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
47	ebuah.uah.es Fuente de Internet	<1 %
48	homero.icesi.edu.co Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
50	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
52	www.efnarc.org Fuente de Internet	<1 %
53	www.researchgate.net Fuente de Internet	

<1%

Excluir citas Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía Activo