



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre  
mortero de cantera y mortero con relave minero, Pampa Blanca,  
Juliaca, 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Mamani Sanchez, Ronal Baroni (orcid.org/0000-0001-8812-2800)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

CALLAO– PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a la memoria de mi querido padre, Antonio Mamani Quispe, y mi hermana, Cecilia Mamani Sánchez, quienes con fortaleza y perseverancia siempre han sido mi inspiración. Aunque ya no están físicamente conmigo, su presencia sigue viva en mi corazón y su recuerdo me ha impulsado a llegar hasta aquí. A mi madre, Cristina Sánchez Gemio, y mi hermano, Nardo Gildo, quienes han sido mi apoyo incondicional en este camino, brindándome su sabiduría y fuerza en los momentos más difíciles. A mis hermanos en general, cuyo aliento, guía y consejos han sido fundamentales en mi formación académica y personal, y han contribuido a mi crecimiento y éxito. A todos ellos, mi más profundo agradecimiento. Este logro es también suyo, porque sin su confianza y motivación, no lo habría conseguido.

*Ronal Baroni Mamani Sanchez*

## **Agradecimiento**

Mi profundo agradecimiento a Dios por su presencia en mi vida, por su por ser mi fortaleza y la guía que me ha permitido culminar con éxito este proyecto. Asimismo, quisiera agradecer a mi Madre y Hermanos por su constante apoyo, sacrificio y confianza en mi capacidad para alcanzar mis metas. Agradezco su presencia y motivación en los momentos difíciles. Por último, a mi asesor, Mg. Sleyther De La Cruz Vega, por su guía, paciencia y dedicación en la dirección de este trabajo. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para el éxito de este proyecto y no habría sido posible sin su ayuda. Agradezco también su tiempo, esfuerzo y retroalimentación constante que han sido invaluable en este proceso de aprendizaje. Gracias por su compromiso y profesionalismo en todo momento.

*Ronal Baroni Mamani Sanchez*

## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MARCO TEÓRICO.....	6
III.- METODOLOGÍA.....	20
3.1.Tipo y diseño de investigación:.....	20
3.2.Variables y Operacionalización:.....	21
3.3.Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:.....	22
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	27
3.5.Procedimientos:.....	28
3.6.Método de análisis de datos:.....	51
3.7.Aspectos éticos:.....	52
IV.- RESULTADOS.....	53
V.- DISCUSIÓN.....	77
VI.- CONCLUSIONES.....	82
VII.- RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS.....	86
ANEXOS.....	94



## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Granulometría.....	16
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de unidades de albañilería para los ensayos a compresión....	23
<b>Tabla 3.</b> Ensayo a la compresión axial en pilas según edades.....	24
<b>Tabla 4.</b> Ensayo de compresión según Nch 167.Of 2001.....	24
<b>Tabla 5.</b> Cantidad de unidades de mampostería para la construcción de los muretes.....	25
<b>Tabla 6.</b> Ensayo de compresión diagonal muretes.....	25
<b>Tabla 7.</b> Ensayo de compresión cubos de mortero.....	26
<b>Tabla 8.</b> Resultados obtenidos del ensayo de granulometría cantera planta chancadora.....	53
<b>Tabla 9.</b> Resultados obtenidos de la granulometría agregado fino relave minero...	54
<b>Tabla 10.</b> Resultados obtenidos peso unitario suelto.....	55
<b>Tabla 11.</b> Resultados obtenidos para la densidad máxima compactado.....	56
<b>Tabla 12.</b> Resultados obtenidos densidad mínima relave minero.....	56
<b>Tabla 13.</b> Resultados obtenidos de la densidad máxima compactado del relave minero.....	57
<b>Tabla 14.</b> Resultados Obtenidos de laboratorio peso específico y porcentaje de absorción.....	57
<b>Tabla 15.</b> Resultados obtenidos de laboratorio relave minero.....	58
<b>Tabla 16.</b> Resumen de los ensayos agregado de cantera.....	59
<b>Tabla 17.</b> Resumen de los ensayos agregado de relave minero.....	60
<b>Tabla 18.</b> Resultados de ensayo físico-químico del relave minero.....	61
<b>Tabla 19</b> Características de las unidades de albañilería.....	64
<b>Tabla 20.</b> Resultados de resistencia a compresión cubos de mortero de Cantera.....	65

<b>Tabla 21.</b> Resultados de resistencia a compresión cubos de mortero con Relave Minero.....	66
<b>Tabla 22.</b> Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial en pilas con mortero de Cantera.....	68
<b>Tabla 23.</b> Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión axial en pilas con mortero de Relave minero.....	69
<b>Tabla 24</b> Corrección por esbeltez según la norma E.070 del reglamento RNE....	70
<b>Tabla 25.</b> Resultados del ensayo de adherencia a cizalle con mortero de cantera.....	72
<b>Tabla 26.</b> Resultados del ensayo de adherencia a cizalle en pilas con mortero relave minero.....	73
<b>Tabla 27.</b> Conversión de unidades de la resistencia a la adherencia a cizalle.....	73
<b>Tabla 28.</b> Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con mortero de cantera.....	74
<b>Tabla 29.</b> Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con mortero relave minero.....	75

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Sitio de la extracción de Relave minero Ananea.....	17
<b>Figura 2.</b> Resistencia a la compresión axial pilas.....	18
<b>Figura 3.</b> Compresión diagonal de muretes.....	19
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo de actividades.....	28
<b>Figura 5.</b> Balanza de laboratorio.....	29
<b>Figura 6.</b> Colocación de muestras al Horno.....	30
<b>Figura 7.</b> Peso de las muestras.....	30
<b>Figura 8.</b> Cantidad y N° de tamices según norma.....	31
<b>Figura 9.</b> Tamizado del agregado para su análisis.....	31
<b>Figura 10.</b> Muestras retenidas en los diferentes tamices después del tamizado..	32
<b>Figura 11.</b> Rellenado del material a ser ensayado.....	33
<b>Figura 12.</b> Enrazado del material a ser ensayado.....	34
<b>Figura 13.</b> Pesado del material a ser ensayado.....	34
<b>Figura 14.</b> Material pesado en la balanza de laboratorio.....	35
<b>Figura 15.</b> Saturación de muestra a ser ensayado.....	36
<b>Figura 16.</b> Muestra de agregado fino saturado superficialmente seco.....	36
<b>Figura 17.</b> Llenado de muestra hacia el picnómetro.....	37
<b>Figura 18.</b> Llenado de agua hacia el picnómetro.....	37
<b>Figura 19.</b> Eliminación de burbujas.....	38

<b>Figura 20.</b> Pesado de la muestra.....	38
<b>Figura 21.</b> Secado de la muestra al horno.....	39
<b>Figura 22.</b> Resultado obtenido luego del ensayo de abrasión de los ángeles.....	40
<b>Figura 23.</b> Preparación de muestras de relave para el análisis físico-químico....	41
<b>Figura 24.</b> Pesado de las proporciones para la mezcla.....	42
<b>Figura 25.</b> Engrasado de las paredes del encofrado para los especímenes.....	42
<b>Figura 26.</b> Compactado de los especímenes.....	43
<b>Figura 27.</b> Curado de los especímenes.....	43
<b>Figura 28.</b> Rotura de los especímenes.....	44
<b>Figura 29.</b> Preparación de las unidades para la construcción de las pilas.....	45
<b>Figura 30.</b> Saturación de las unidades de albañilería.....	45
<b>Figura 31.</b> Apilado de las unidades de albañilería.....	46
<b>Figura 32.</b> Refrendado de los especímenes 2 días antes de su rotura.....	46
<b>Figura 33.</b> Rotura de pilas de albañilería.....	47
<b>Figura 34.</b> Refrendado de los especímenes 2 días antes de su rotura.....	48
<b>Figura 35.</b> Rotura de especímenes Adherencia por cizalle .....	49
<b>Figura 36.</b> Preparación para la elaboración de muretes.....	50
<b>Figura 37.</b> Elaboración de muretes .....	50
<b>Figura 38.</b> Comparación de ambas granulometrías entre cantera y relave minero .....	55

<b>Figura 39.</b> Resumen comparativo de las propiedades físicas entre agregado de cantera y relave minero.....	59
<b>Figura 40.</b> Gráfico comparativo de desgaste a la abrasión .....	61
<b>Figura 41.</b> Límites de pH.....	62
<b>Figura 42.</b> Resultados obtenidos del análisis químico metales pesados.....	63
<b>Figura 43.</b> Comparativa de resistencia a compresión de cubos de mortero según edades .....	67
<b>Figura 44.</b> Comparativa del resultado de ensayo a compresión axial en pilas con mortero de cantera y relave minero .....	70
<b>Figura 45.</b> Comparativa del ensayo de adherencia a cizalle en pilas .....	71
<b>Figura 46.</b> Comparativa de la resistencia a compresión diagonal de muretes .....	76
<b>Figura 47.</b> Obtención de muestra de agregado de cantera y relave minero.....	96
<b>Figura 48.</b> Obtención de muestras de relave minero y cantera. ....	96
<b>Figura 49.</b> Preparación de los agregados.....	96
<b>Figura 50.</b> Ensayos de granulometría. ....	97
<b>Figura 51.</b> Ensayos de peso unitario suelto y compactado. ....	97
<b>Figura 52.</b> Resultados del ensayo de peso unitario suelto y compactado. ....	97
<b>Figura 53.</b> Resultados del agregado de cantera.....	98
<b>Figura 54.</b> Resultados del ensayo de Absorción y peso específico.....	98
<b>Figura 55.</b> Tamizado para el ensayo de abrasión de los ángeles. ....	98
<b>Figura 56.</b> Peso de los agregados después del tamizado. ....	99

<b>Figura 57.</b> Colocación de muestras en la máquina de ensayo de abrasión de los ángeles. ....	99
<b>Figura 58.</b> Tamizado y lavado de muestras después del ensayo de abrasión. ...	99
<b>Figura 59.</b> Resultados finales luego del tamizado. ....	100
<b>Figura 60.</b> Pesos finales después del lavado abrasión de los ángeles. ....	100
<b>Figura 61.</b> Preparación y colocación de mezcla para cubos de mortero de 5x5 cm. ....	100
<b>Figura 62.</b> Compactado y desencofrado de los cubos de mortero de 5x5 cm. ....	101
<b>Figura 63.</b> Curado de los especímenes para su posterior rotura según edad. ...	101
<b>Figura 64.</b> Preparación para rotura de los especímenes de 5x5 cm. ....	101
<b>Figura 65.</b> Ensayo a compresión de los especímenes de 5x5 cm. y visualización de la falla. ....	102
<b>Figura 66.</b> Elaboración de los especímenes pilas de albañilería de 3 hiladas. ....	102
<b>Figura 67.</b> Elaboración de pilas de albañilería. ....	102
<b>Figura 68.</b> Refrendado de las pilas de albañilería antes de su rotura. ....	103
<b>Figura 69.</b> Ensayo a compresión de las pilas y visualización de las fallas. ....	103
<b>Figura 70.</b> Fallas de las pilas de albañilería. ....	103
<b>Figura 71.</b> Ensayo de adherencia a cizalle y visualización de la falla. ....	104
<b>Figura 72.</b> Falla después del ensayo de adherencia a cizalle. ....	104
<b>Figura 73.</b> Ensayo de compresión diagonal de muretes y visualización de la falla. ....	104

## RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue realizar un análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023. La metodología que se empleo fue tipo aplicada, como un proceso que tiene como objetivo solucionar problemas y generar cambios en la realidad, con un diseño experimental puro y un enfoque cuantitativo que permitiría la recolección de datos numéricos sobre la resistencia de los diferentes tipos de mortero, la población es de 200 unidades de albañilería y la muestra fue también 200 unidades de albañilería. Los resultados obtenidos en mi investigación revelan que el mortero con agregado de relave minero exhibió una resistencia a compresión superior en comparación con el mortero que utilizaba agregado fino de cantera. Específicamente, a los 7 días fue de 154.28 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para el mortero con cantera fue de 133.07 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días para el mortero con relave minero fue de 164.78 kg/cm<sup>2</sup>, en contraste con los 139.14 kg/cm<sup>2</sup> del mortero con cantera. Finalmente, a los 28 días, el mortero con relave minero fue de 174.40 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el mortero con cantera registró 160.15 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, Tanto el mortero con relave minero como el mortero con agregado de cantera exhibieron un progresivo aumento en su resistencia a medida que transcurría el período de curado. Sin embargo, es relevante destacar que el mortero con relave minero experimentó un incremento más marcado en su resistencia a lo largo del tiempo, superando consistentemente los valores de resistencia del mortero de cantera en todas las etapas de evaluación.

**Palabras clave:** Análisis comparativo, resistencia mecánica, albañilería, mortero, cantera.

## ABSTRACT

The general objective of this research was to carry out a comparative analysis of mechanical strength in masonry between quarry mortar and mortar with mining tailings from the Pampa Blanca mining area, Juliaca, 2023. The methodology used was applied type, as a process that aims to solve problems and generate changes in reality, with a pure experimental design and a quantitative approach that would allow the collection of numerical data on the strength of different types of mortar, the population is 200 units of masonry and the sample was also 200 units of masonry. The results obtained in my research reveal that the mortar with mine tailings aggregate exhibited superior compressive strength compared to the mortar using fine quarry aggregate. Specifically, at 7 days it was 154.28 kg/cm<sup>2</sup>, while for the mortar with quarry aggregate it was 133.07 kg/cm<sup>2</sup>. At 14 days for the mortar with mine tailings it was 164.78 kg/cm<sup>2</sup>, in contrast to 139.14 kg/cm<sup>2</sup> for the mortar with quarry. Finally, at 28 days, the mortar with mine tailings was 174.40 kg/cm<sup>2</sup>, while the mortar with quarry aggregate registered 160.15 kg/cm<sup>2</sup>. In conclusion, both the mortar with mine tailings and the mortar with quarry aggregate exhibited a progressive increase in strength as the curing period elapsed. However, it is relevant to note that the mortar with mine tailings experienced a more marked increase in strength over time, consistently exceeding the strength values of the quarry mortar at all stages of evaluation.

**Keywords:** Comparative analysis, mechanical strength, masonry, mortar, quarry.



## I.- INTRODUCCIÓN

El mortero de cantera es una combinación de cemento, arena de cantera y agua utilizado para juntar bloques, ladrillos o piedras este tipo de mortero se ha utilizado desde hace mucho tiempo debido a su alta resistencia y durabilidad, además de su capacidad para adherirse a diferentes tipos de superficies, es especialmente adecuado para proyectos de construcción que requieren una alta resistencia y durabilidad, como muros de albañilería (León y Torres, 2012).

Según un informe del Instituto de Recursos Minerales de Puno (2021), La minería en Ananea Pampa Blanca es una actividad económica importante, que ha estado en marcha durante varios años ubicado en la región de Puno, específicamente en la provincia de San Antonio de Putina, Perú entre 4800 a 5200 msnm.

La explotación de estos minerales es llevada a cabo tanto por grandes empresas mineras como por pequeños mineros y comunidades locales que trabajan en las minas o tajo abierto de manera artesanal, la minería en esta región ha sido un medio esencial para crear oportunidades de empleo y generar ingresos para la población, también ha sido objeto de críticas debido a los efectos que ha causado en el medio ambiente y la sociedad, según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2021).

Siguiendo las investigaciones de Gómez (2023), se destaca una creciente preocupación en Juliaca en relación a la calidad de los materiales utilizados en la elaboración del mortero. Con frecuencia, se emplean materiales de baja calidad o se realiza una mezcla incorrecta, lo que aumenta el riesgo de debilitar las estructuras y las hace más susceptibles a sufrir deterioros con el paso del tiempo. Además, el uso excesivo de mortero en la construcción puede resultar en estructuras más pesadas y menos resistentes ante sismos y otros fenómenos naturales.

La minería es una actividad importante en el distrito de Ananea, comunidad campesina Pampa Blanca, y la generación de relaves mineros es una preocupación común en esta y en otras zonas mineras en todo el mundo. Es fundamental que se

implementen prácticas adecuadas de gestión de relaves mineros para reducir los riesgos para proteger el medio ambiente y mantener la salud de las comunidades locales que residen en las proximidades de las actividades mineras (Quiroz y Vargas, 2017).

De acuerdo con los estudios realizados por Pérez (2021), la disposición de relaves mineros en el distrito de Ananea plantea una seria amenaza para el entorno, ya que puede generar problemas de contaminación del agua, degradación del suelo y efectos perjudiciales tanto para la salud de la población como para la conservación de la biodiversidad en la región. Por lo tanto, se enfatiza la necesidad de implementar medidas que minimicen el impacto negativo de los relaves mineros y de adoptar prácticas de gestión de residuos más sostenibles. Asimismo, siguiendo las investigaciones de Martínez (2020), el uso inadecuado del mortero en Juliaca podría tener consecuencias negativas, como el riesgo de fallas prematuras en las estructuras construidas, lo que, a su vez, podría resultar en daños materiales y amenazar la seguridad de los habitantes y su entorno circundante.

La disposición inadecuada de los desechos de relaves mineros en Ananea genera problemas ambientales significativos, incluyendo la contaminación del agua, la degradación del suelo y riesgos para la salud y la biodiversidad local. Para abordar estos desafíos, se deben implementar medidas de gestión de residuos más sostenibles. Por otro lado, el uso incorrecto del mortero en Juliaca conlleva riesgos como fallas estructurales prematuras, daños materiales, formación de grietas y una vida útil reducida de las construcciones, lo que resulta en costos de mantenimiento y reparación a largo plazo y afecta la calidad de vida de los residentes al exponerlos a condiciones potencialmente peligrosas y poco saludables. Por lo tanto, es fundamental promover prácticas constructivas adecuadas y el uso responsable de materiales como el mortero para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras, así como el bienestar de la comunidad. (García, Espinoza, Colque, y Rodríguez, 2017).

Es por ello que se plantea el siguiente problema general: ¿Cuál es el análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?, así mismo se plantea los Problemas específicos: Pe(1) ¿Cuál es el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?, Pe(2) ¿Cuál es el análisis comparativo de la compresión axial en pilas de albañilería del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?, Pe(3) ¿Cuál es el análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería construidos con mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?

Justificación de la investigación: Justificación teórica, existe una amplia gama de estudios teóricos y experimentales que se han realizado en el ámbito de la investigación y la aplicación práctica en el campo de la ingeniería civil y la construcción, especialmente en la evaluación de la durabilidad mecánica de los materiales de construcción, que puede comprender el mortero. Sin embargo, hay pocos estudios que comparen el desempeño mecánico de utilización de mortero de cantera y mortero con relave minero en la construcción de muros de mampostería, y esto puede proporcionar información valiosa para mejorar las normas y la seguridad de las construcciones.

Justificación ambiental, la utilización del relave minero en la producción de mortero puede ser una alternativa sostenible para reducir la cantidad de residuos mineros en la zona y mejorar su disposición final, en lugar de que sean almacenados a la intemperie que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente, pueden ser utilizados como un componente en la construcción de edificaciones así, se evitaría la contaminación de flora y fauna. La evaluación de la resistencia mecánica del mortero con relave minero para su uso en la construcción de muros de mampostería podría contribuir a la promoción de prácticas más sostenibles en la construcción.

Justificación económica, el mortero de cantera es un material de construcción común en la zona, sin embargo, el uso del mortero con relave minero puede tener

un impacto económico significativo en reducir los costos asociados a la producción mortero. Por lo tanto, el análisis comparativo de la resistencia mecánica entre estos dos tipos de mortero puede proporcionar datos útiles para tomar decisiones informadas sobre costos de producción y rentabilidad.

Justificación social, en el ámbito social el estudio de la utilización del relave minero como componente del mortero en la construcción de edificaciones puede mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y también crear oportunidades de empleo, fomentar el crecimiento económico y el desarrollo de la región. La utilización de este material puede contribuir a la reducción de residuos mineros y la contaminación ambiental, lo que puede tener un efecto favorable sobre la salud y la felicidad general de las comunidades cercanas a las minas.

Por tal motivo se plantea el objetivo general: Realizar un análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023; así mismo los objetivos específicos: Oe(1) Evaluar cuál es el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023, Oe(2) Evaluar cuál es el análisis comparativo de la compresión axial en pilas de albañilería del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca,2023, Oe(3) Evaluar cuál es el análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de muretes contruidos con mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca,2023

Teniendo como planteamiento la hipótesis general: El análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023 existe una diferencia significativa, asimismo las hipótesis específicas: He(1) La resistencia mecánica del mortero de cantera es mayor que la resistencia mecánica del mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023, He(2) La resistencia de compresión axial en pilas de albañilería con mortero de cantera es mayor que la resistencia con mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca,

Juliaca, 2023, He(3) La resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería contruidos con mortero de cantera es mayor que la resistencia con mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023

## II.- MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, según Patiño, Gutiérrez, Leal, Castro y Hurtado (2018) en su artículo científico denominado: *Estudio Del Comportamiento de Muestras de Mortero Natural Sometidas a Esfuerzo de Compresión*. El objetivo era evaluar el comportamiento de las muestras de mortero natural cuando se someten a una fuerza a compresión midiendo sus características mecánicas. Los autores concluyeron que el mortero natural tiene una capacidad de transmisión de cargas débil debido a posibles problemas con las proporciones de los materiales y su distribución granulométrica, es importante señalar que el mortero natural puede no tener siempre las mismas características que el mortero portland de referencia, por lo que se recomienda comparar el mortero natural con mezclas de tipo portland con distintas proporciones de componentes. Para mejorar la resistencia y durabilidad del mortero, debe controlarse rigurosamente la relación a-c para reducir la proporción de huecos, la presencia de yeso en la mezcla suele provocar tensiones internas que hacen que el material falle antes de la prueba de compresión. Para evitar estos fallos, las variables externas y ambientales, especialmente la humedad, deben mantenerse estables durante toda la producción y el almacenamiento del mortero. Finalmente, las recomendaciones se basan en los hallazgos obtenidos y en la experiencia profesional, y se sugieren investigaciones adicionales para evaluar el mortero natural y su comparación con el mortero portland en condiciones específicas para obtener datos más precisos y relevantes que mejoren el rendimiento y la calidad del mortero natural como material de construcción.

Según Muciño, Guillén, Tahuiton y Orozco, (2022) en su artículo científico denominado: *Influencia de la arena en la resistencia mecánica del mortero empleando diferentes marcas de cemento*. Su objetivo era investigar cómo afecta el uso de distintos tipos de arena al esfuerzo mecánico del mortero con distintas marcas de cemento, a través de ensayos de compresión, con el fin de identificar la composición óptima del mortero. Concluyeron que, para garantizar la eficacia de un mortero como material estructural es necesario evaluar sus características físicas y propiedades mecánicas, en este sentido es posible utilizar diversas marcas de

cemento y tipos de arena para la elaboración de la mezcla, es importante destacar que existe una diferencia entre el valor mínimo de resistencia recomendado por la ONNCCE (2010) la diferencia observada entre los valores obtenidos en los controles de compresión de los morteros estructurales y el valor más bajo indica que, en algunos casos, puede haberse utilizado una cantidad excesiva de materias primas en la mezcla. En consecuencia, al optimizar el uso de recursos y reducir costes ajustando el diseño de la mezcla pueden mejorar las características mecánicas de estos materiales, pero también en aplicaciones prácticas, es crucial tener en cuenta la proporción de agua y cemento en la mezcla, esta relación puede no ser adecuada y puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad de las estructuras, mediante un ajuste adecuado de la relación agua-cemento en la mezcla, se puede mejorar el rendimiento del mortero en las estructuras, la selección de una marca de cemento no influye en alcanzar los valores de cumplimiento establecidos por la normatividad, siempre que se realice un diseño de mezcla adecuado. Cabe señalar que las cinco marcas de cemento evaluadas en condiciones similares presentan un rendimiento variable, lo que sugiere que los componentes de los cementos difieren y su comportamiento se diversifica para optimizar el material. Para comprender y mejorar las características del mortero, al trabajar con mezclas, es esencial tener en cuenta las características de sus componentes, esto implica distinguir entre varios atributos, como su tipo, cantidad, dimensiones, configuración y dispersión. Es fundamental discernir entre la microestructura de las pastas de cemento y las mezclas de mortero y reconocer las reacciones químicas influidas por el árido fino. Las propiedades físicas y químicas de las arenas pueden afectar a la durabilidad y resistencia de la mezcla, pueden diferir en función de sus métodos de extracción y transformación. El cambio de árido puede modificar la resistencia final del mortero, ya que la granulometría de los áridos y sus métodos de extracción y transformación influyen en la resistencia final. El estudio encontró que las tres arenas analizadas tienen diferentes porcentajes de granulometría, siendo la arena de río la que mostró la proporción óptima con el cemento para lograr un rendimiento de compresión superior, mientras que la arena azul exhibió un menor rendimiento debido a un mayor porcentaje de finos. La arena caliza presentó el peor comportamiento en las evaluaciones mecánicas y una

mayor proporción de partículas por encima del rango aceptable, desde la malla N.º 4 hasta la malla N.º 16. Así pues, para conseguir un rendimiento óptimo de los morteros, es crucial realizar un análisis detallado de los áridos utilizados, considerar las tensiones a las que se enfrentará el sistema estructural, establecer los niveles de seguridad requeridos, seleccionar el diseño de mezcla apropiado y aplicar los factores de adecuación necesarios. Un manejo adecuado del tamaño y el peso de las partículas finas de los áridos puede intensificar notablemente tanto la resistencia como la durabilidad de los morteros, lo que permite realizar diseños adecuados que minimicen la incertidumbre sobre el comportamiento mecánico de los sistemas de construcción.

Según Jouve, Andrade y Areche, (2021) en su artículo científico denominado: *Mortero con incorporación de fibra de coco y cerámica para acabados interiores de edificaciones*. Su objetivo de este proyecto fue crear un mortero innovador y sostenible para acabados interiores de edificaciones, a través de la incorporación de fibra de coco y cerámica. El estudio concluyó que pretendía evaluar una mezcla de mortero que incluía fibra de coco y cerámica triturada para el acabado interior de edificios, se examinaron las propiedades físicas y mecánicas de ambos materiales, que cumplieran los requisitos para desarrollar un mortero que cumpliera las normas comerciales en cuanto a resistencia mecánica a la compresión. Se descubrió que las mejores proporciones para la mezcla de mortero eran 2% de F.C. y 30% de cerámica como A.F, lo que resultó en un aumento del 71% en su capacidad de resistencia a la compresión en comparación con una marca comercial de mortero. Sin embargo, se comprobó que la cerámica triturada sola proporcionaba las mejores condiciones para la mezcla de mortero. La mezcla que contenía un 2% de F.C. y un 30% de cerámica como árido fino también mostró la mejor capacidad de resistencia a la tracción, resultando en un aumento del 52% en comparación con la marca comercial de mortero. Se recomienda realizar ensayos adicionales basados en criterios de durabilidad para evaluar la sostenibilidad del modelo de mezcla estándar que se sugiere. Se considera económicamente viable ya que los materiales utilizados provienen del reciclaje orgánico y de la construcción, lo que resulta más económico que el uso de aditivos químicos.



Según Ojeda, Mercante y Fajardo, (2020) en su artículo de investigación denominado: *Diseño y ensayo de fibras plásticas recicladas para refuerzo de mortero*. El proyecto pretendía diseñar y probar fibras de plástico reciclado para su uso como refuerzo en el mortero. El estudio se centró en explorar el uso de fibras de plástico reciclado procedentes de botellas de bebidas PET para reforzar el mortero, con fibras de 45 mm de longitud, 2 mm de anchura y 0,35 mm de grosor. El estudio descubrió que la adición de fibras de PET al mortero mejoraba su comportamiento mecánico en compresión y flexión. La mezcla con mejores resultados, la mezcla b, contenía fibras de PET y mostró una mejora del 150% en la resistencia a la flexión en comparación con la mezcla estándar después de 28 días. Sin embargo, un mayor contenido en plástico provocó una disminución de la resistencia a la flexión en las primeras edades. La mezcla b también superó a las mezclas a y c en términos de resistencia a la compresión después de 28 días, mientras que las fibras de nailon comerciales tuvieron el efecto contrario. En conjunto, los resultados sugieren que el uso de fibras de PET recicladas en el mortero es una forma sostenible y eficaz de mejorar sus prestaciones mecánicas.

A nivel nacional, Según la tesis de Meregildo titulada: *Diseño de mortero con relaves mineros y escoria para edificaciones de mampostería*, para optar al título de ingeniero civil, realizada en Trujillo en 2021. El objetivo fue evaluar cómo afectan los residuos mineros y las escorias a las características físicas y mecánicas del mortero, que se utiliza para construir estructuras de mampostería en Trujillo en 2021. La investigación se centró sobre la influencia de los residuos mineros y las escorias en las características físicas y mecánicas del mortero utilizado en la construcción de edificios de mampostería. Los resultados mostraron que la adición de estériles y escoria tenía un impacto positivo en las propiedades físicas del mortero cuando se utilizaba en proporciones de agua-cemento de 1:3, 1:4 y 1:5. Sin embargo, la fluidez del mortero disminuía al aumentar la cantidad de estas sustancias. Sin embargo, la fluidez del mortero disminuyó al aumentar la cantidad de estas sustancias. La reducción de la fluidez fue más significativa cuando la dosificación de estériles y escorias fue del 5% y del 6%. Por otra parte, la adición de residuos mineros tuvo un efecto negativo sobre la resistencia a la compresión

del mortero cuando se utilizó en estas proporciones. La resistencia a la compresión disminuía a medida que aumentaba la cantidad de residuos mineros. Sólo las dosificaciones del 2% y 3% mostraron una mejora de la resistencia a la compresión en comparación con el mortero tradicional, mientras que las dosificaciones del 4%, 5% y 6% provocaron una disminución de la resistencia. Por el contrario, la adición de escoria mejoró la resistencia a la compresión del mortero en todas las pruebas. La mayor resistencia se alcanzó con las dosificaciones de 3% y 4% de escoria. En resumen, el estudio confirmó la hipótesis de que la introducción de estériles y escoria influía beneficiosamente en las características físicas del mortero, pero rechazó la hipótesis de que la adición de estériles mineros influía positivamente en sus propiedades mecánicas. Además, el estudio validó la hipótesis de que la incorporación de escoria influía óptimamente en las propiedades mecánicas del mortero.

Según la tesis de Gómez, (2018) titulada: *Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco sobre las propiedades del muro de mampostería*, para obtener el título de ingeniero civil. Su objetivo fue crear un manual instructivo para la aplicación del mortero seco en la colocación de elementos de albañilería basándose en los hallazgos obtenidos. El estudio se centró principalmente en el examen de las repercusiones de distintas cantidades de agua añadidas al mortero en saco de la marca CONCREMAX, que tiene una relación cemento/arena de 1/5, 40 kg por saco y una cantidad recomendada de 6 litros de agua por saco. Para determinar cómo afecta a las propiedades de los muros de mampostería añadir demasiada o muy poca agua al mortero CONCREMAX, se llevaron a cabo tres casos de adición de agua: una cantidad inferior, igual y superior a la recomendada, respectivamente 5 Lt, 6 Lt y 7 Lt por saco. Los resultados obtenidos en estos casos se compararon con los de un mortero estándar elaborado a base de RNE E.070 1:4.

Para garantizar la longevidad y robustez de las estructuras de mampostería, como muros y pilares, es fundamental elegir cuidadosamente los materiales adecuados, en esta investigación se utilizaron unidades de mampostería King Kong 18H, que tienen unas dimensiones de 9 x 12,5 x 23 cm y una clasificación estructural de tipo

IV. En la construcción de los pilares se utilizaron juntas horizontales de 1 cm, mientras que los muros se construyeron con JH. y JV. de 1 cm.

La fluidez del mortero fresco en función de la relación agua/cemento de un mortero estándar con una relación de 1,65, que se consideró del 100% en todas las comparaciones. El equipo de investigación evaluó los valores de fluidez del mortero preenvasado mezclado con 5 litros (relación a/c: 1,13), 6 litros (relación a/c: 1,35) y 7 litros (relación a/c: 1,58) de agua por saco., los resultados mostraron que la fluidez del mortero en saco disminuía significativamente cuando se mezclaba con 5 litros de agua en comparación con la mezcla de 6 y 7 litros de agua. El análisis con valores de fluidez del mortero cuando se combinaba con 5, 6 y 7 litros de agua. fueron del 42,06%, 70,84% y 97,13%, respectivamente.

El peso unitario del mortero estándar se determinó en 2,07 g/cm<sup>3</sup>, que se consideró del 100% para todas las comparaciones. Los valores del peso unitario del mortero mezclado en sacos en los tres casos de adición de agua fueron del 97,6% para 5 litros, del 103,4% para 6 litros y del 103,9% para 7 litros de agua por saco. El estudio constató que cuando el mortero en sacos se mezclaba con igual o mayor cantidad de agua que la recomendada, su peso unitario era similar al del mortero estándar. La resistencia a la compresión del mortero endurecido se midió a los 28 días, considerándose el valor del mortero estándar como una resistencia a la compresión del 100%. El mortero en saco mezclado con 5 litros de agua tuvo el mejor rendimiento, con un valor de resistencia a la compresión del 151,59%. Sin embargo, a medida que aumentaba la fluidez del mortero, disminuían los valores de resistencia a la compresión. La resistencia a la flexión del mortero estándar a los 28 días fue de 32,78 kg/cm<sup>2</sup>, lo que representa una resistencia a la flexión del 100%. Se observó que los valores de resistencia a la flexión del mortero ensacado disminuían a medida que aumentaba la cantidad de agua añadida, lo que se traducía en una mayor fluidez del mortero. Por lo tanto, el estudio determinó que la mejor relación entre resistencia y fluidez se consigue mezclando el mortero ensacado con una cantidad de agua inferior a la recomendada. En concreto, se obtuvo una resistencia a la flexión del 139,80% con 5 litros de agua, del 131,63%

con 6 litros de agua y del 107,14% con 7 litros de agua. Esto pone de manifiesto la importancia de considerar cuidadosamente la proporción de agua y mortero para conseguir las propiedades mecánicas deseadas en la construcción. Los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muros construidos con mortero estándar arrojaron resultados favorables, superando los parámetros de resistencia establecidos en la Tab. 09 de la RNE E.070. Esto indica que los pilas y muros construidos con mortero estándar tienen una capacidad de carga superior a la exigida por la normativa. Al añadir diferentes cantidades de agua al mortero ensacado, se comprobó que la resistencia a compresión axial y diagonal disminuía a medida que aumentaba la fluidez del mortero. Sin embargo, se observó que, si no se utiliza la cantidad de agua recomendada al mezclar el mortero, disminuyen la fluidez y la adherencia del mortero a los ladrillos, lo que repercute negativamente en las resistencias a la compresión axial y diagonal. En cuanto a la cantidad de mortero necesaria para un metro cuadrado de muro de mampostería, se estableció que se necesita 1 cuenco de mortero en sacos para 5 litros de agua, 1,3 cuencos para 6 litros y 1,5 cuencos para 7 litros. Además, se descubrió que para colocar 1.000 ladrillos se necesitan 24 cuencos de mortero en sacos para 5 litros de agua, 32 cuencos para 6 litros y 36 cuencos para 7 litros. Es importante señalar que cuando se añade más agua al mortero en sacos, la trabajabilidad del mortero mejora, con lo que se dispone de más mortero para los trabajos de albañilería.

Según la tesis de Condori, (2018) titulada: *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con el uso de material de desecho de procesos mineros de la mina la Rinconada como sustituto del agregado fino*, para el grado de ingeniero civil. El objetivo del estudio era investigar el efecto de la sustitución del árido fino por material de desecho de la mina Rinconada en las propiedades físicas y mecánicas, los resultados indican que la incorporación de residuos mineros como sustituto del árido fino puede resultar ventajosa en varios aspectos, utilizando un 25% de residuos mineros, las propiedades físicas del hormigón pueden mejorar significativamente. Por ejemplo, la consistencia del hormigón puede mejorarse, como lo demuestra una disminución de 2/4" en comparación con la mezcla estándar. A pesar de esta reducción, ambas mezclas cumplen el parámetro de

diseño de la mezcla, que está entre 3" y 4", lo que indica que la trabajabilidad del hormigón mejora con el uso de residuos mineros. El contenido de aire del hormigón también puede reducirse en un 0,40% con el uso de un 25% de residuos mineros. Esta reducción de huecos puede mejorar la resistencia y durabilidad del concreto, además, el uso de residuos mineros también puede mejorar otras propiedades significativas del concreto, como su gradación, que se mejora para cumplir las especificaciones ASTM C-33. El material de paso de la malla N°200 también se ajusta al límite admisible del 5% establecido por la norma ASTM C-33. En lo que respecta a las propiedades mecánicas del hormigón, la utilización de un 25% de residuos mineros produce una resistencia a la compresión, una resistencia a la flexión y un módulo de elasticidad que se reducen en menos de un 1% en comparación con la mezcla estándar. Sin embargo, la resistencia a la tracción indirecta del hormigón con residuos mineros se reduce en 6 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con el hormigón estándar. Para concluir, cabe señalar que los atributos físicos y químicos del material de desecho de la mina la Rinconada son propicios para su utilización en la producción de concreto. Las concentraciones de sustancias presentes en el material, incluidos cloruros (Cl) y sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), se mantienen por debajo de los umbrales permitidos para la fabricación de hormigón. No obstante, cabe señalar que tanto el pH como los niveles de sales solubles superan ligeramente los límites permitidos, con un pH superior en 0,15 unidades y un contenido de sales solubles superior en 16,45 ppm. Por lo tanto, es crucial tener en cuenta estos resultados a la hora de utilizar residuos mineros en la producción de concreto.

Orbegoso y Quezadaya, (2020) en su tesis titulada: *Análisis comparativo del uso de mortero tradicional y mortero predosificado para la reparación de patologías estructurales en la ciudad de Trujillo*, realizada como parte de sus estudios de ingeniería civil. El objetivo del estudio era comparar los morteros tradicionales con los morteros predosificados en la reparación de problemas estructurales en Trujillo en 2020. Los resultados indican que el mortero predosificado es mejor que el tradicional en cuanto a resistencia a compresión, con una media de 108,09 megapascales, la permeabilidad de  $9,13 \times 10^{-10}$  metros por segundo y la

absorción capilar de 0,01 kilogramos por metro cuadrado y hora. La elección óptima para mejorar la resistencia mecánica fue una mezcla de resina de poliéster con un 30% de calcita y un 70% de resina, mientras que el aditivo de cristalización Sika wt-200p demostró resultados superiores en la mejora de la permeabilidad. Además, se identificó un aditivo polimérico al 25% como el más eficaz para reducir la absorción capilar. La mayoría de los aditivos evaluados cumplían la norma europea UNE-EN 1504-3. Cabe destacar que el mortero predosificado más rentable, Sika MonoTop®-412 S, presentó un coste de 1,66 s/l y un rendimiento de 0,58 kg/l. En resumen, la utilización de morteros predosificados ofrece múltiples ventajas, entre las que destacan la mejora de las propiedades mecánicas, la reducción de la permeabilidad en un 6,87%, la disminución de la absorción capilar en un 45% y la adecuación a los criterios establecidos, convirtiéndose en una alternativa superior al mortero tradicional para abordar los problemas estructurales de Trujillo en 2020.

El mortero tradicional, según la American Concrete Institute (2010), el mortero convencional es una mezcla de aglutinantes, arena y agua muy utilizada en la industria de la construcción de mampostería y enlucido de paredes. Se compone de cemento Portland, cal hidratada y arena, y su proporción varía según la aplicación y las necesidades específicas de la obra. Esta mezcla es ampliamente utilizada debido a su facilidad de preparación, aplicación y a sus propiedades adhesivas y de resistencia.

Clasificación del mortero, el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) e0.70 (2006), clasifica el mortero para fines estructurales en tipo P y NP.

Cemento, según Portland Cement Association. (2018), el cemento es una sustancia conglomerante utilizado ampliamente en la construcción de estructuras y edificaciones. Se produce a partir de la combinación de diversos materiales, como caliza, arcilla y yeso, los cuales son sometidos a altas temperaturas para producir clinker. El clinker es luego molido finamente y mezclado con otros materiales, como yeso y ceniza volante, para producir diferentes tipos de cemento con características y propiedades específicas.

Agregado fino, Taylor (2012), en su libro Concrete Technology define el agregado fino como la fracción de los agregados con tamaño de partícula menor o igual a 4.75 mm y mayor o igual a 0.075 mm, que se utiliza en la producción de mezclas de concreto, este material puede ser de origen natural o artificial y es uno de los componentes fundamentales del concreto. La calidad del árido fino desempeña un papel fundamental en la determinación de los atributos físicos, mecánicos y estéticos del hormigón, como la trabajabilidad, la resistencia, la durabilidad y la apariencia superficial.

Granulometría, es el análisis que se realiza para conocer el tamaño de las partículas de un material y se expresa en términos de la distribución porcentual acumulativa de partículas más pequeñas que ciertos tamaños. Esta técnica es fundamental en la caracterización de materiales granulares como agregados y suelos, esta técnica ayuda a identificar la gama de tamaños de partículas

presentes, lo que puede repercutir en sus características físicas y mecánicas, (American Society for Testing and Materials, 2018).

**Tabla 1.**

*Granulometría*

<b>Tamiz (malla)</b>	<b>Abertura (mm)</b>	<b>% que pasa</b>	<b>Rango de tamaño de partícula</b>
#4	4.75	100	Grueso
#8	2.36	95-100	-
#16	1.18	70-100	Medio grueso
#30	0.6	40-75	Medio
#50	0.297	10-35	Medio fino
#100	0.149	2-15	Fino
#200	0.075	0-2	Muy fino

*Nota:* Adaptado RNE E0.70 Albañilería (2006).

Cantera, son lugares de extracción de rocas y otros materiales pétreos que se ubican en la superficie o en el subsuelo de la tierra. Estos autores subrayan la relevancia de llevar a cabo una explotación sostenible de las canteras, mediante la implementación de prácticas y tecnologías que permitan reducir al mínimo posible los efectos adversos sobre el medio ambiente y la sociedad. (Núñez y Alarcón 2017).

Relave minero, se refiere a los materiales que se generan durante el proceso de separación de los minerales y que no tienen valor comercial. Estos materiales pueden contener sustancias peligrosas y tóxicas, como metales pesados y productos químicos. Es fundamental gestionar adecuadamente los relaves mineros mediante su almacenamiento y disposición final controlada para reducir su impacto ambiental y en la salud humana, esto sugiere la necesidad de aplicar métodos de gestión adecuadas para su tratamiento y evitar su liberación al medio ambiente (Higueras y Oyarzún, 2015).



## Figura 1.

*Sitio de la extracción de Relave minero Ananea*



**Nota:** Desecho de relaves mineros provenientes de extracción de mineral en Ananea – Pampa Blanca.

Agua, es una sustancia incolora, inodora e insípida en su estado líquido, que es esencial para la mezcla y el fraguado de los materiales de construcción, incluyendo el cemento y el mortero. Además, se utiliza para la limpieza de herramientas y equipos de construcción, así como para la curación de superficies de concreto para evitar la pérdida de humedad y mejorar su resistencia.

Albañilería, según Madan Mehta, Walter Scarborough y Diane Arm Priest (2012), en su libro *Building Construction: Principles, Materials and Systems*, definen la albañilería como una técnica de construcción que se basa en el uso de bloques de hormigón, ladrillos o piedras que se unen mediante mortero. Esta técnica se ha utilizado ampliamente de construir cualquier tipo de estructura, desde viviendas hasta grandes estructuras como puentes y rascacielos. La albañilería se considera una técnica muy efectiva y confiable para construir estructuras resistentes y duraderas.

Muros de albañilería, según Guadagnini y Lenci (2015), describen los muros de albañilería como una estructura compuesta por bloques de diferentes materiales unidos con mortero, los cuales tienen la capacidad de soportar cargas tanto

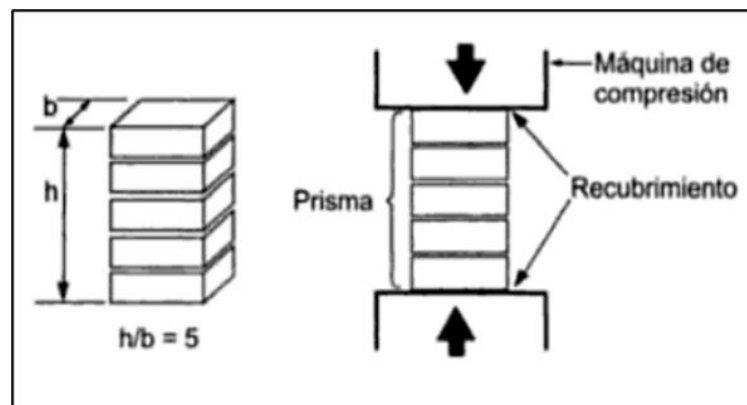
verticales como horizontales. La forma en que los muros de mampostería responden a las cargas estructurales está influenciado por varios factores, como la geometría, la calidad de los materiales y las propiedades mecánicas del mortero.

Ladrillo, según Kralj (2017), los ladrillos son elementos de construcción fabricados a partir de la cocción de arcilla a altas temperaturas, siendo su uso principal en la construcción de muros y paredes. La gran variedad de dimensiones y configuraciones posibles que pueden adoptar los ladrillos, así como sus propiedades físicas, dependen de la calidad de la arcilla empleada en su fabricación.

Resistencia a la compresión axial, es la capacidad de un material para resistir la carga vertical en la dirección axial y es una medida clave para el proceso de cálculo de la cantidad de peso que puede soportar un material en tareas relacionadas con la construcción. Además, esta propiedad se utiliza comúnmente en el diseño de estructuras de construcción para garantizar su seguridad y estabilidad (Zhou y otros 2019).

**Figura 2.**

*Resistencia a la compresión axial pilas.*



**Nota:** Adaptado de tesis ladrillos de concreto con plástico pet reciclado Evelyn Rosario Echeverría Garro (2017) Universidad Nacional de Cajamarca

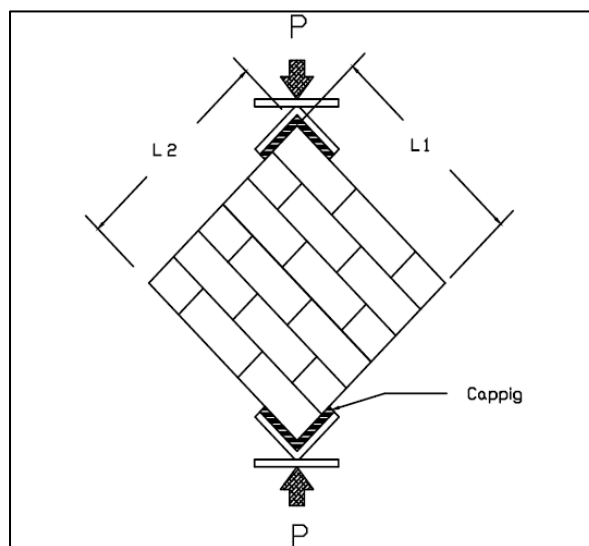
Pilas de unidades de albañilería, Carrillo, Pérez y Hernandez (2020), las pilas de unidades de albañilería se refieren a la agrupación de varias unidades de albañilería dispuestas verticalmente y conectadas por medio de mortero. Estas estructuras se

emplean en la construcción de muros y paredes para diversos tipos de edificios. Sánchez y otros (2019) destacan la importancia de que se utilicen materiales de alta calidad y que se apliquen procedimientos constructivos adecuadas para evitar problemas como la deformación, el agrietamiento y el colapso de las pilas. Por lo tanto, es fundamental asegurarse de que se realice una inspección cuidadosa y se realice un mantenimiento regular de las pilas de unidades de albañilería para garantizar su seguridad y durabilidad.

Resistencia a la compresión diagonal, es una propiedad mecánica importante evaluar la capacidad de los muros de mampostería para soportar peso y presión, la capacidad de carga de un muro de mampostería puede evaluarse por su capacidad para soportar cargas verticales diagonales o cargas que actúan en un ángulo de  $45^\circ$  respecto a la horizontal. Esta capacidad puede evaluarse realizando pruebas de carga diagonal, en las que se aplica una carga a la superficie del muro en un ángulo de 45 grados, la capacidad del muro de mampostería para resistir cargas diagonales está influida por varios factores, como la naturaleza y el nivel de las unidades de mampostería, la calidad del mortero y la geometría del muro. (Serdar, Yigit y Turkel 2018).

**Figura 3.**

*Compresión diagonal de muretes.*



**Nota:** Adaptado de Scribd ensayo a Compresión Diagonal en Muretes Karim Castro Tacunan (2018)

### **III.- METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación:**

##### **Tipo**

Según Murillo (2008), la investigación aplicada se enfoca en la aplicación y uso de los conocimientos adquiridos en la práctica basada en la investigación, además permite adquirir nuevos conocimientos a través de la implementación y sistematización de la práctica. Padrón (2006) señala que la expresión investigación aplicada se popularizó en el siglo XX para hacer referencia a estudios científicos que resuelven problemas de la vida cotidiana o controlan situaciones prácticas. Finalmente, Álvarez (2006) describe la investigación aplicada como un proceso que tiene como objetivo solucionar problemas y generar cambios en la realidad. En conclusión, en mi tema de investigación análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero

Su aplicación en mi tema de investigación sería probar experimentalmente la hipótesis planteada y obtener resultados prácticos que podrían ser aplicados en la industria de la construcción.

##### **Diseño**

Según Oliva, Becerra, Gómez y Muñoz (2019), el diseño experimental puro se caracteriza por la alteración de una o más variables experimentales y la medición de su efecto en una variable patrón, para Hernández, Fernández y Baptista (2014), el diseño experimental puro es utilizado para establecer la relación causal entre las variables, mediante la alteración deliberada de una o más variables independientes y la posterior observación de cómo estos cambios afectan a la variable dependiente. Asimismo, para Árias (2012), el diseño experimental puro es el más adecuado cuando se busca constatar una conexión de causalidad entre variables, y se basa en la manipulación experimental de una o más variables independientes y la medición de su efecto sobre una variable dependiente.

El diseño experimental puro podría utilizarse para asignar aleatoriamente una muestra de pilas o muretes de albañilería, uno que recibirá el mortero de cantera y otro que recibirá el mortero con relave minero, luego se manipulara la variable experimental, que en este caso sería el tipo de mortero y se mediría la resistencia mecánica como variable patrón para establecer si hay variaciones sustanciales entre los dos grupos.

## **Enfoque**

Bryman (2016), el enfoque cuantitativo se caracteriza por su énfasis en la medición de variables y la aplicación de análisis estadísticos para el estudio de fenómenos sociales, con el objetivo de generalizar los hallazgos a poblaciones más amplias. Babbie (2010) define el enfoque cuantitativo como un método científico para el estudio de la realidad social, que se basa en la medición y cuantificación de los fenómenos y en la formulación de hipótesis y teorías a partir de los datos recopilados. En mi investigación sobre la resistencia mecánica en albañilería, el enfoque cuantitativo permitiría la medición y cuantificación de la resistencia de los diferentes tipos de mortero y la comparación estadística de los resultados, finalmente Creswell (2014) destaca que el enfoque de la investigación cuantitativa consiste en recopilar y examinar datos numéricos para identificar correlaciones y relaciones causa-efecto entre variables.

El enfoque cuantitativo permitiría la recolección de datos numéricos sobre la resistencia de los diferentes tipos de mortero, y su análisis comparativo para establecer si existe una relación causal entre el tipo de mortero utilizado y la resistencia mecánica de la albañilería.

### **3.2. Variables y Operacionalización:**

#### **Variable cuantitativa 1:**

**Resistencia mecánica:** Se define como la capacidad del material para resistir el peso que se ejerce sobre él sin deformarse o romperse (Garma, 2021).

La resistencia mecánica se describe como la propiedad de un material o estructura que le otorga la capacidad de resistir fuerzas y cargas sin sufrir deformaciones excesivas o fallas. Este atributo es de suma importancia en los campos de la ingeniería y la construcción, ya que garantiza la estabilidad y la durabilidad de las estructuras (Smith, 2021).

### **Variable Cuantitativa 2:**

**Tipo de mortero:** El mortero es una mezcla de materiales utilizada para unir unidades de mampostería y proporcionar estabilidad y resistencia a la estructura. El tipo de mortero se puede clasificar en función de sus componentes y de sus propiedades relacionadas con las características físicas y mecánicas, su capacidad para resistir fuerzas de compresión, la permeabilidad y la adherencia (Albaladejo, 2016).

La elección de este tipo se basa en varios factores, incluyendo su composición, relación de componentes, contenido de agua y proceso de mezcla. Cada variante se adapta para satisfacer necesidades específicas, como la adherencia, resistencia, durabilidad o acabado estético. La correcta elección del tipo de mortero es esencial en la construcción, asegurando el éxito del proyecto (Johnson, 2022).

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:**

**Población:** En palabras de Cohen, Manion y Morrison (2018), la población se refiere al conjunto de personas, objetos o sucesos que son objeto de investigación y de los que se seleccionará un subconjunto, o muestra, para su estudio.

En la investigación en curso se tomará la población de 250 ladrillos King Kong de la ladrillera Diamante para la elaboración de prismas y sus respectivos ensayos.

**Muestra:** Según Kerlinger y Lee (2002), una muestra es un subconjunto o porción más pequeño y representativo de una población, tomada con el propósito de hacer inferencias acerca de la población.

Las dimensiones de la muestra para el estudio serán 200 ladrillos King Kong de la ladrillera Diamante para los cuales se realizarán los siguientes ensayos según norma E0.70:

Se realizarán ensayos de rotura tales como: resistencia a la compresión axial en pilas, resistencia a la adherencia por cizalle y resistencia de compresión diagonal de muertes, cuyas cantidades se detallan en la siguiente tabla No 2.

**Tabla 2.**

*Cantidad de unidades de albañilería para los ensayos a compresión*

<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Pilas</b>	<b>Cantidad de ladrillos</b>
Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas con mortero de cantera.	9	27
Ensayo de resistencia a la compresión axial en pilas con mortero de relave minero.	9	27
Ensayo de resistencia a la compresión de adherencia por cizalle en pilas con mortero de cantera.	6	18
Ensayo de resistencia a la compresión de adherencia por cizalle en pilas con mortero de relave minero.	6	18
Total		90

*Nota:* Detalle de ensayos a realizar

Para la resistencia a compresión axial en pilas según la NTP 399.605, la altura del prisma estará compuesta por 2 unidades de albañilería como mínimo, para este

ensayo se utilizarán pilas de 3 unidades, la cantidad total por edades se detalla en el siguiente cuadro No 3.

**Tabla 3.**

*Ensayo a la compresión axial en pilas según edades*

<b>Ensayo a compresión de pilas</b>				
Tipo de mortero	Edad			Pilas
	14 días	21 días	28 días	
Pilas con mortero de cantera	3	3	3	9
Pilas con mortero de relave minero	3	3	3	9
<b>Total</b>				<b>18</b>

Nota: Detalle de elaboración de pilas con diferentes tipos de mortero

Para la resistencia al corte por adherencia a cizalle según la norma chilena Nch. 167.Of2001, la altura del prisma estará compuesta por 3 unidades de albañilería como mínimo, la cantidad total por edades se detalla en la tabla siguiente.

**Tabla 4.**

*Ensayo de compresión según Nch 167.Of 2001*

<b>Ensayo adherencia a cizalle</b>			
Tipo de mortero	Edad		Pilas
	14 días	28 días	
Pilas con mortero de cantera	3	3	6
Pilas con mortero de relave minero	3	3	6
<b>Total</b>			<b>12</b>

Nota: Detalle de elaboración de pilas con diferentes morteros



Para la resistencia de compresión diagonal de muretes según la NTP 399.621 se considera de 60x60cm como dimensión mínima y 2 unidades enteras de mampostería por hilada, para un muro de 60x60cm según el metrado se tiene 15 unidades de albañilería por murete y el total se detalla a continuación en la siguiente tabla No 5.

### Tabla 5.

*Cantidad de ladrillos de mampostería para la construcción de los muretes*

<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Murete</b>	<b>Cantidad de ladrillos</b>
Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero de cantera.	3	45
Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero de relave minero.	3	45
Total		90

*Nota: Detalle de elaboración de Muretes*

Distribución por edad:

### Tabla 6.

*Ensayo de compresión diagonal muretes*

<b>Ensayo de a compresión Muretes</b>			
Tipo de mortero	Edad		Muretes
	28 días		
Murete con mortero de cantera	3		3
Murete con mortero de relave minero	3		3
Total			6

*Nota: Detalle de elaboración de Muretes*

Muestreo del árido fino para mortero de cantera de Juliaca y mortero con relave minero de Pampa Blanca se realizará según la NTP 400.010, donde estima 3 incrementos seleccionados al azar combinarlos para formar una muestra de 10 kg como mínimo.

A continuación, se realizarán los siguientes ensayos al agregado fino de cantera y al agregado de relave minero.

**Granulometría y módulo de fineza (NTP 400.012)**

**Peso unitario suelto (NTP 400.017)**

**Peso específico y porcentaje de absorción (NPT 400.022)**

**Ensayo de Abrasión de los Ángeles (MTC E.207)**

**Análisis físico químico del relave minero (ECA)**

**Resistencia a la compresión de los morteros (NTP 334.051)**

Para resistencia a compresión para morteros, según la NTP 334.051 se deben preparar 3 cubos como mínimo, su diseño de relación cemento arena será de 1:4

**Tabla 7.**

*Ensayo de compresión cubos de mortero*

<b>Compresión cubos de morteros</b>				
Cubos de Mortero de 50 mm	Edad			Cubos
	7 días	14 días	28 días	
Cubos con mortero de cantera	3	5	6	14
Cubos con mortero de relave minero	3	5	6	14
Total				28

*Nota:* Detalle de elaboración de cubos de mortero

### **Unidad de análisis:**

En el presente estudio, la unidad de análisis que se utilizará será la siguiente: el mortero de cantera vs el mortero con relave minero.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **Técnica**

La observación participante: según Jorgensen (1989), se refiere a una técnica de recogida de datos que implica que el investigador interactúa con los sujetos en su entorno natural, participando en sus actividades y observando sus comportamientos y prácticas desde dentro. Este acercamiento puede permitir al investigador adquirir una comprensión más profunda de los significados y valores que los sujetos asignan a sus prácticas y comportamientos.

Para mi tema de investigación la observación participante me permitirá involucrarme durante el desarrollo y la aplicación del mortero mediante ensayos.

Observación no participante: Hammersley y Atkinson (1995) describen la observación no participante como una técnica de recogida de datos en la que el investigador observa y registra el comportamiento de los sujetos desde afuera, sin interactuar directamente con ellos ni participar en sus actividades. Este enfoque puede ser útil cuando el investigador necesita obtener información objetiva sobre los comportamientos de los sujetos y no quiere influir en ellos.

la observación no participante podría ser utilizada para registrar y analizar de manera objetiva las variables (VC1 y VC2) relacionadas con la resistencia mecánica de los morteros.

#### **Instrumento**

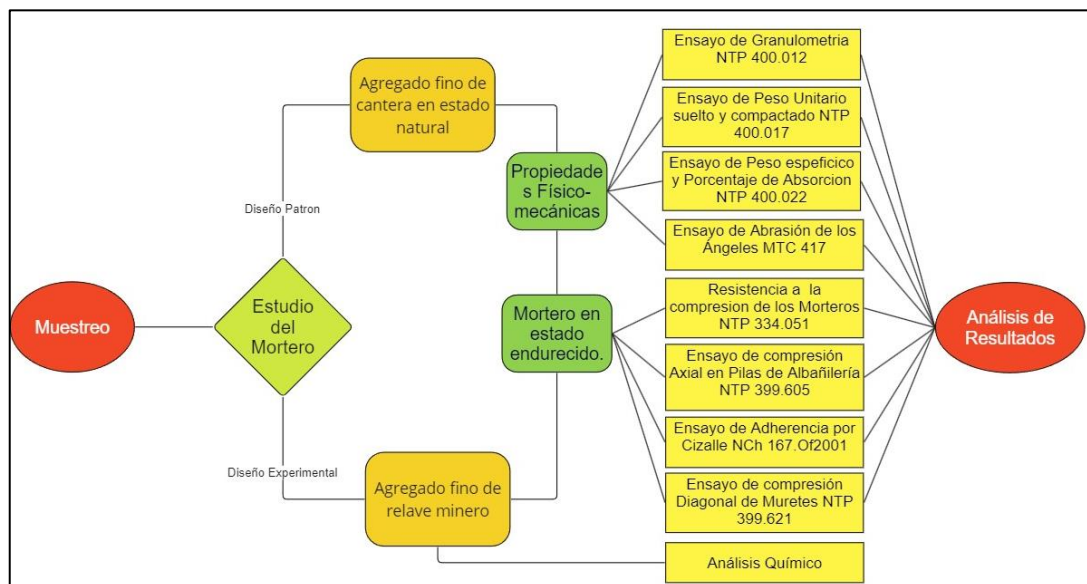
Según Pérez (2010), la ficha de observación es una herramienta utilizada para documentar metódicamente los datos obtenidos mediante la observación de un fenómeno, acontecimiento o situación. Martínez (2015), la ficha de observación se caracteriza por ser una herramienta que recoge y registra sistemáticamente los datos obtenidos mediante la observación de un fenómeno, acontecimiento o situación, está diseñada para recopilar información de forma organizada y estructurada, permitiendo el análisis y la extracción de datos relevantes.

### 3.5. Procedimientos:

Para identificar las características físico mecánicas entre el mortero de cantera y mortero con relave minero, se llevarán a cabo diversas evaluaciones, como el análisis del tamaño de las partículas, el peso unitario en condiciones compactadas y sueltas, el módulo de finura y el porcentaje de humedad tanto para el mortero de cantera como para el mortero que contiene relave minero.

**Figura 4.**

Diagrama de flujo de actividades



**Nota:** Diagrama de flujo de actividades de los ensayos realizados en laboratorio (realizado en Miro).

## Granulometría y módulo de fineza (NTP 400.012)

A continuación, se detalla el procedimiento del ensayo.

### Materiales

Balanzas, para realizar la prueba del árido fino, grueso y global, es necesario utilizar balanzas que cumplan con ciertos requisitos de precisión y aproximación.

#### Figura 5.

*Balanza de laboratorio*



Horno, el ensayo del agregado fino también requiere el uso de un horno para secar las muestras a una temperatura de 110 a 115 °C.

**Figura 6.**

*Colocación de muestras al Horno*



### **Procedimientos**

Para preparar la muestra de 500 g para el análisis, se debe secar hasta alcanzar un peso constante. Este proceso se realiza mediante un horno de calor a una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .

**Figura 7.**

*Peso de las muestras*



Es necesario seleccionar los tamices apropiados de tamaño adecuado y, en algunas situaciones, pueden ser necesarios tamices adicionales para recoger datos suplementarios como el módulo de finura o para regular la cantidad de material utilizado en un tamiz.

**Figura 8.**

*Cantidad y N° de tamices según norma*



Se tamizo manualmente.

**Figura 9.**

*Tamizado del agregado para su análisis*



Para obtener los resultados del ensayo, es necesario calcular el porcentaje que pasa a través de los tamices, así como los porcentajes globales retenidos o los porcentajes en cada tamiz.

## Figura 10.

Muestras retenidas en los diferentes tamices después del tamizado



Para calcular correctamente el módulo de finura es necesario sumar el porcentaje acumulado de material retenido de cada uno de los tamices especificados en la norma ASTM correspondiente.

### **Peso unitario suelto (NTP 400.017)**

El objetivo es evitar la segregación al llenar el recipiente, por lo que se recomienda utilizar entre un 125 % y un 200 % de la cantidad necesaria de muestra, y manipularla adecuadamente, es importante secar la muestra de agregado fino.

A continuación, se detalla el procedimiento del ensayo.

### **Materiales**

Balanzas, es necesario utilizar balanzas que cumplan con ciertos requisitos de precisión y aproximación.

Recipiente, para el ensayo de agregados debe ser un cilindro de metal con capacidad adecuada, preferiblemente con asas, hermético a prueba de agua y capaz de conservar su forma en escenarios de uso exigentes, su altura



aproximadamente igual al diámetro, pero no menos del 80 % ni más del 150 % del diámetro.

### **Procedimiento**

Se debe cargar el contenedor con el material árido mediante una pala, procurando no exceder los 50 mm de altura sobre el borde superior del mismo y evitando la segregación de las partículas.

### **Figura 11.**

*Rellenado del material a ser ensayado*



Para lograr una distribución uniforme del material, se debe alisar la superficie con los dedos o con una espátula para que quede uniforme, asegurándose de que los vacíos mayores y las proyecciones de los fragmentos de mayor tamaño estén equilibrados, este proceso es fundamental para garantizar la homogeneidad de la muestra y evitar errores durante el ensayo.

**Figura 12.**

*Enrazado del material a ser ensayado*



Medir con precisión el peso del recipiente, incluido su contenido, y medir por separado el peso del recipiente vacío.

**Figura 13.**

Pesado del material a ser ensayado



Para calcular con precisión el peso unitario suelto, es importante dividir el peso de la muestra en estado suelto por el volumen del recipiente utilizado.

**Peso específico y porcentaje de absorción (NPT 400.022)**

Establece los procedimientos para la determinación del peso específico seco, el peso específico saturado y la absorción del agregado fino.

A continuación, se detalla el procedimiento del ensayo.

## **Materiales**

Balanza, es un dispositivo que utiliza una fuerza para determinar la masa de un objeto.

Frasco, un frasco volumétrico de 500cm<sup>3</sup>.

Horno, un horno es una herramienta utilizada para calentar materiales a temperaturas elevadas.

## **Procedimiento**

El proceso para determinar la condición de superficie seca del agregado fino comienza con la colocación de aproximadamente 1 kg, sumergir la muestra en agua durante 1 día.

### **Figura 14.**

*Material pesado en la balanza de laboratorio*



Después de completar el procedimiento de saturación, es necesario eliminar el exceso de agua con precaución.

**Figura 15.**

*Saturación de muestra a ser ensayado*



Posteriormente, se coloca la muestra saturada en una estufa y una cacerola para acelerar el proceso de deshidratación

**Figura 16.**

*Muestra de agregado fino saturado superficialmente seco*



En un recipiente con agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup> y se le añade la muestra de 500 gramos del material previamente preparado al picnómetro.

**Figura 17.**

*Llenado de muestra hacia el picnómetro*



Al cabo de una hora, se añade agua para que el nivel vuelva a la marca y se mide el peso del agua añadida.

**Figura 18.**

*Llenado de agua hacia el picnómetro*



Luego se procede a sacar las burbujas de aire del picnómetro agitando el recipiente



**Figura 19.**

*Eliminación de burbujas*



Eliminadas las burbujas de aire se llena el total del picnómetro con agua posteriormente pesarlo.

**Figura 20.**

*Pesado de la muestra*



A continuación, se saca el árido fino del recipiente y secado con una fuente de calor a una temperatura controlada entre 105° y 115° C hasta que su peso se mantenga constante.

## **Figura 21.**

*Secado de la muestra al horno*



La muestra se enfría en un secador durante aproximadamente 1 hora hasta que vuelva a la temperatura ambiente y entonces se pesa de nuevo.

Por último, se calculan el peso específico y la absorción.

### **Ensayo de Abrasión de los Ángeles (MTC E. 207)**

Este ensayo se utiliza ampliamente para evaluar la integridad estructural general del agregado, centrándose específicamente en el agregado grueso. El método que se utilizó fue el D para evaluar el desgaste abrasivo del agregado de cantera y agregado con relave minero.

A continuación, se detalla el procedimiento del ensayo.

#### **Procedimiento**

Se tomaron muestras de agregados extraídos de la cantera y relave minero para su análisis.

Estas muestras fueron sometidas a través de los tamices de tamaño número 4 y se retuvieron en el tamiz número 8, como parte del proceso de clasificación.

Se procede a realizar un lavado exhaustivo de las muestras retenidas, seguido de un proceso de secado.

Después de que las muestras se hayan completado su proceso de secado, se requiere medir una cantidad de 5000 gramos de la muestra.

La muestra, que tiene un peso de 5000 gramos según el "MÉTODO D", se coloca en la máquina abrasiva junto con las 6 esferas metálicas o cargas abrasivas.

Realizamos una primera etapa de separación utilizando el Tamiz N° 12, con el objetivo de separar el material perdido del material restante.

El procedimiento se finaliza mediante la medición del peso de la porción de muestra que quedó retenida en el tamiz N° 12.

Finalmente se calcula el porcentaje de desgaste obtenido mediante los pesos inicial y final.

## **Figura 22.**

*Resultado obtenido luego del ensayo de abrasión de los ángeles*





## **Análisis físico químico del relave minero (ECA)**

Se realizó un análisis físico-químico del relave minero para garantizar la estabilidad para la salud humana, para la total confianza de manipuleo de este relave como mortero o ya sea para otros fines constructivos.

### **Figura 23.**

*Preparación de muestras de relave para el análisis físico-químico*



## **Resistencia a la compresión de los morteros (NTP 334.051)**

Se realizará esta prueba fracturando muestras de 50 mm de lado.

A continuación, se detalla el procedimiento del ensayo.

### **Procedimiento**

Se prepara con un compuesto formado por cemento y arena en una proporción de 1:4 en peso con una relación A/C de 0.7, mínimo 3 especímenes por edad.

**Figura 24.**

*Pesado de las proporciones para la mezcla*



El proceso de llenado de los compartimentos debe comenzar en un plazo no superior a 2 minutos y 30 segundos a partir de la finalización de la primera mezcla de mortero, previo al engrase de los moldes.

**Figura 25.**

*Engrasado de las paredes del encofrado para los especímenes*



Se debe colocar una capa de mortero de aproximadamente a la mitad en cada compartimento del cubo, y compactar el mortero en cada compartimento con 32

golpes del compactador en un lapso de alrededor de 10 segundos, repetir lo mismo con la segunda capa.

**Figura 26.**

*Compactado de los especímenes*



Los moldes que contienen los cubos se curan durante un día, posteriormente se retiran para ser sumergidos en agua de cal antes de su ensayo.

**Figura 27.**

*Curado de los especímenes*



Finalmente obtendremos el valor de la resistencia a la compresión del mortero al dividir la carga de fractura del espécimen entre el área de la sección cuadrada del mismo en unidades de  $\text{Kg/cm}^2$

## **Figura 28.**

*Rotura de los especímenes*



**Elaboración de pilas de albañilería**, la presente prueba se realizará mediante la NTP 399.605 y se utilizará un mortero con proporciones de 1 cemento y 4 arena, compuesto por tres ladrillos entrelazados entre sí, con juntas de 1 cm de espesor según E.070 con 3 pilas como mínimo por edad

A continuación, se detalla el procedimiento del ensayo.

### **Procedimiento**

Es importante asegurarse de que las unidades estén limpias y sin ninguna sustancia exterior adherida.

**Figura 29.**

*Preparación de las unidades para la construcción de las pilas*



Se debe sumergir los ladrillos en agua durante aproximadamente 3 a 5 minutos para saturarlas y evitar la absorción del agua del mortero

**Figura 30.**

*Saturación de las unidades de albañilería*



Las unidades se colocarán en pilas compuestas por tres ladrillos entrelazados con mortero, una encima de la otra.



**Figura 31.**

*Apilado de las unidades de albañilería*



La superficie de asentamiento debe ser plana y uniforme, con una junta de mortero de un centímetro. Es importante comprobar que la pila este vertical y aplomado después de colocar las unidades. Una vez construido la pila de mampostería, debe dejarse curar durante 48 horas y luego conservarse en una zona de temperatura controlada de  $24^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$ . Las caras de arriba y de abajo de las pilas se recubrirán con una mezcla de yeso, cemento y agua en una proporción volumétrica de 1:2:2 para hacer contacto con la máquina de ensayo y garantizar la nivelación.

**Figura 32.**

*Refrendado de los especímenes 2 días antes de su rotura*



La resistencia a compresión axial de pilas se calcula con:

$$f'm = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f'm$ = Re. a esfuerzo axial de la albañilería, en Kg/cm<sup>2</sup>

P= La carga máxima soportada del prisma.

A= Área neta de la sección comprimida.

### Figura 33.

*Rotura de pilas de albañilería*



**Elaboración de pilas para la resistencia por cizalle**, para el presente ensayo se realizará mediante la adaptación de una norma chilena NCh 167.Of2001 con un mínimo de 3 ladrillos de albañilería por pila, con proporciones cemento arena de 1:4, con relación agua cemento 0.60 y con juntas de 1 cm. Con edades de 14 y 28 días

### Procedimiento

Antes de construir las pilas de albañilería, los ladrillos deben ser saturados durante al menos 3 a 5 minutos.

La base sobre la que se realiza la unión de ladrillos debe ser plana y nivelada.

Se aplica una capa de mortero de unos 20 mm de grosor y se coloca el ladrillo central con una presión uniforme para conseguir un grosor de junta de 1 cm.

Al cabo de una hora, se humedece el ladrillo central y se aplica otra capa de mortero para colocar el tercer ladrillo.

Las superficies de apoyo de las probetas deben prepararse aplicando una capa o estrato con un grosor de 1 centímetro de pasta de yeso-cemento con una proporción de 1:1, 48 horas antes de la prueba.

**Figura 34.**

*Refrendado de los especímenes 2 días antes de su rotura*



El ensayo debe realizarse a una velocidad de carga no superior a 1 MPa por minuto.

La tensión de adherencia se calcula de acuerdo con:

$$A = \frac{P}{S}$$



Donde:

A= Adherencia.

P= Carga máxima, en N.

S= Área bruta, en mm<sup>2</sup>.

**Figura 35.**

*Rotura de especímenes Adherencia por cizalle*



**Elaboración de muretes de albañilería**, la presente prueba se realizará mediante la NTP 399.621 y se utilizará un mortero con proporciones de 1 cemento y 4 arena según norma, con una dimensión mínima de 60 x60 cm, compuesta por ladrillos entrelazados entre sí, con juntas de 1 cm, tanto horizontal como vertical según E.070, con 3 muretes mínimo por edad.

**Procedimiento**

Es necesario asegurarse de que las unidades estén en un estado limpio y sin ningún tipo de material externo adherido.

**Figura 36.**

*Preparación para la elaboración de muretes*



Las unidades deben ser saturadas sumergirlos en agua durante aproximadamente 15 minutos, cuyo objetivo será prevenir la absorción del agua por parte del mortero.

Se construirán muretes con dimensiones de 60x60 cm, 2 unidades como mínimo por hilada con una relación cemento arena 1:4.

**Figura 37.**

*Elaboración de muretes*



Para el curado no se deberán mover del sitio de construcción por lo menos 7 días, serán almacenados como máximo 28 días a una temperatura de 24°C

El cálculo de la fuerza cortante se calcula de acuerdo con:

$$v'm = \frac{0.707 * P}{Ab}$$

Donde:

$v'm$ =Esfuerzo cortante sobre el área bruta, en MPA

P=Carga aplicada, en N

Ab=Área bruta del espécimen, en mm<sup>2</sup>

$$Ab = \frac{l + h}{2t}$$

Donde:

l=Largo del murete, en cm.

h=Altura del murete, en cm.

t=Espesor del murete, en cm.

### **3.6. Método de análisis de datos:**

Según Hatch y Cunliffe (2013), es un conjunto de técnicas utilizadas para explorar, describir y resumir los datos recogidos en una investigación con el objetivo de identificar patrones y tendencias significativas que permitan obtener conclusiones válidas y confiables. Miles y otros (2014) lo definen como un proceso sistemático de examen, organización y modelado de los datos recolectados en una investigación, con el fin de identificar y entender las relaciones entre variables y el impacto de los factores contextuales en los resultados.

Para mi proyecto la técnica de análisis de datos utilizada será: Análisis correlacional para edades y cuadros comparativos en Excel para cálculos matemáticos, esto me permitirá explorar y comprender los resultados de los experimentos realizados con ambos tipos de mortero, identificar patrones y tendencias significativas, así como

entender las relaciones entre las variables involucradas en el estudio y su impacto en la resistencia mecánica de los morteros.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Los valores éticos que deben guiar el comportamiento de toda la comunidad universitaria están establecidos en el Código de Ética de la Universidad César Vallejo, la universidad se rige por principios como la honestidad, la transparencia, la justicia, la responsabilidad, reconocimiento y defensa de los derechos y libertades humanas, pluralidad, la inclusión, la equidad de género, la sostenibilidad, el compromiso social y la búsqueda del conocimiento. El Código pretende fomentar el reconocimiento y la protección de los derechos humanos y las libertades fundamentales, la comunicación clara y abierta sobre cómo se utilizan los fondos públicos y evitar el plagio y el fraude académico. Además, se enfatiza la importancia de justicia e inclusividad hacia personas de diferentes orígenes e identidades y la erradicación de la discriminación y el acoso. Se espera que la comunidad universitaria actúe con responsabilidad y compromiso social, participar en el avance del crecimiento sostenible y promover el bienestar de la comunidad, promoviendo al mismo tiempo una cultura de legalidad y respeto a los derechos humanos (Universidad César Vallejo, Perú 2017).

## IV.- RESULTADOS

En el análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca Ananea, se ha demostrado que, el mortero con relave minero muestra una resistencia mecánica relativamente superior al mortero de cantera. Este resultado indicaría que el uso del relave minero como mortero puede ser una alternativa viable, permitiendo aprovechar un material residual de la actividad minera sin comprometer significativamente la resistencia del mortero.

Al evaluar el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca Ananea. Se ha demostrado que, existen diferencias ligeramente significativas en cuanto a las propiedades físicas del agregado de cantera en comparación con el relave minero, donde a continuación se detallan en los siguientes ensayos según norma.

### **Ensayo de Granulometría y módulo de fineza (NTP 400.012)**

Este ensayo se realizó según la NTP 400.012 donde a continuación se detallan los siguientes resultados.

#### **Tabla 8.**

*Resultado obtenidos del ensayo de granulometría cantera planta chancadora*

<b>GRANULOMETRÍA AGREGADO DE CANTERA</b>				
Tamiz ASTM	Peso Ret.	% Ret.	% Re. Acu.	% Que pasa
N°4	0	0	0	100
N°8	100.65	20.13	20.13	79.87
N°16	96.06	19.212	39.342	60.658
N°30	113.13	22.626	61.968	38.032
N°50	103.3	20.66	82.628	17.372
N°100	56.07	11.214	93.842	6.158

N°200	21.57	4.314	98.156	1.844
Base	9.22	1.844	100	0
Total		500 gr		
Módulo de fineza				2.98

*Nota:* Resultados del ensayo de granulometría

De la siguiente tabla No. 8 detalla los resultados obtenidos de la granulometría con una muestra de 500g de agregado fino de cantera donde se obtuvo un MF. de 2.98%.

### **Tabla 9.**

*Resultados obtenidos de la glucometría agregado fino relave minero*

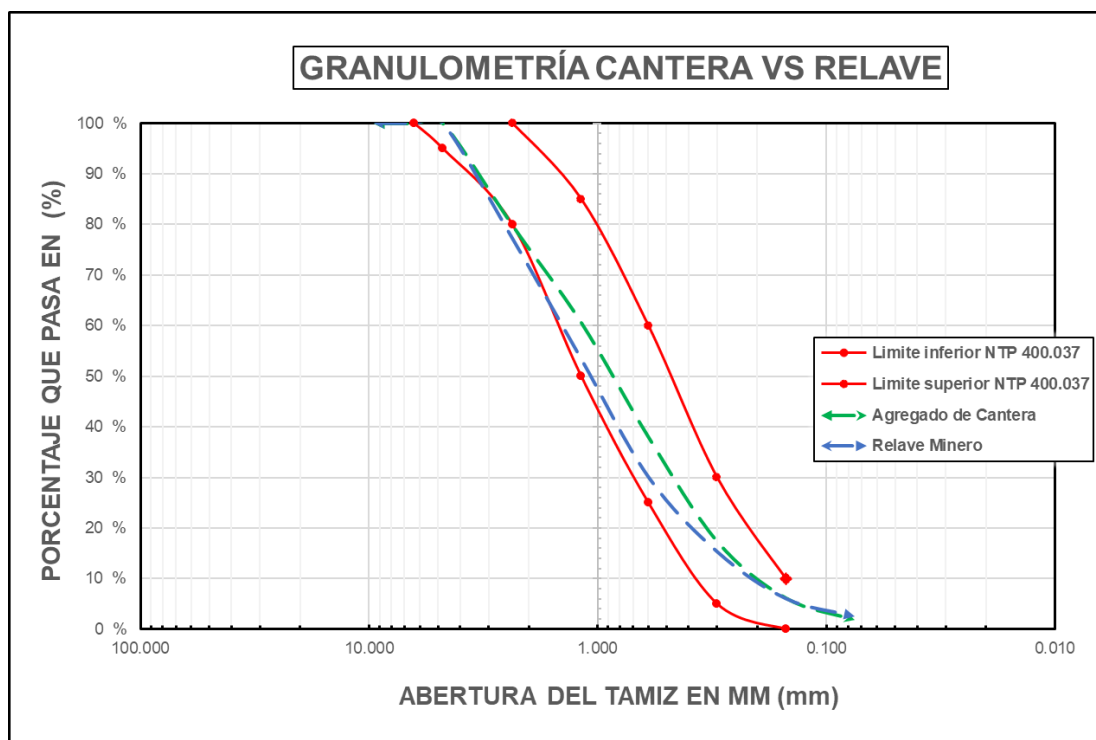
<b>GRANULOMETRÍA AGREGADO RELAVE</b>				
Tamiz ASTM	Pe Ret.	% Ret.	% Re. Acu.	% Que Pasa
N°4	0	0	0	100
N°8	113.74	22.748	22.748	77.252
N°16	119.12	23.824	46.572	53.428
N°30	116.58	23.316	69.888	30.112
N°50	73.92	14.784	84.672	15.328
N°100	46.32	9.264	93.936	6.064
N°200	17.69	3.538	97.474	2.526
Base	12.63	1.844	99.318	0.682
Total		500 gr		
Módulo de fineza				3.18

*Nota:* Resultado del ensayo de granulometría

En la siguiente tabla No. 9 detalla que se obtuvo los siguientes resultados con una muestra de 500g de relave minero obteniendo un módulo de fineza de 3.18%.

**Figura 38.**

*Comparación de ambas granulometrías entre cantera y relave minero*



De la figura No. 38 infiere un gráfico comparativo entre ambas granulometrías donde se refleja la variación de porcentajes que pasan de ambos agregados.

**Peso unitario suelto (NTP 400.017)**

**Tabla 10.**

*Resultados obtenidos peso unitario suelto*

DENSIDAD MINIMA SUELTO (AGREGADO DE CANTERA)				Und
Peso del molde	5625	5625	5625	gr
Vol. del molde	2141	2141	2141	cm <sup>3</sup>
Tipo de colocación	Caída libre	Caída libre	Caída libre	
Pe. del molde + muestra suelta	9194	9184	9172	gr
Pe. de la muestra suelta	3669	3559	3547	gr
De. mínima de la muestra	1.667	1.662	1.657	gr/cm <sup>3</sup>
Promedio	1.662 gr/cm <sup>3</sup>			

*Nota:* Resultados de laboratorio

En la siguiente tabla No. 10 se detalla resultados obtenidos con diferentes pesos, sacando así un promedio de 1.662 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado fino de cantera.

**Tabla 11.**

*Resultados obtenidos para la densidad máxima compactado*

<b>DENSIDAD MAXIMA VARILLADO (AGREGADO DE CANTERA)</b>				<b>Und</b>
Peso del molde	5625	5625	5625	gr
Vol. del molde	2141	2141	2141	cm <sup>3</sup>
N° capas	3	3	3	
N° de varillados por capa	25	25	25	
Pe. del molde + muestra comprimida	9453	9452	9441	gr
Pe. de la muestra compactada	3828	3827	3816	gr
De. máxima de la muestra seca	1.788	1.787	1.782	gr/cm <sup>3</sup>
Promedio		1.786 gr/cm <sup>3</sup>		

*Nota:* Resultados de laboratorio

En la siguiente tabla No. 11 se detalla resultados obtenidos con diferentes pesos varillado, sacando así un promedio de 1.786 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado fino de cantera.

**Tabla 12.**

*Resultados obtenidos densidad mínima relave minero*

<b>DENSIDAD MINIMA SUELTO (RELAVE)</b>				<b>Und</b>
Peso del molde	5625	5625	5625	gr
Vol. del molde	2141	2141	2141	cm <sup>3</sup>
Tipo de colocación	Caída libre	Caída libre	Caída libre	
Pe. del molde + muestra suelta	9148	9123	9132	gr
Pe. de la muestra suelta	3523	3498	3507	gr
De. mínima de la muestra	1.645	1.634	1.638	gr/cm <sup>3</sup>
Promedio		1.639 gr/cm <sup>3</sup>		



Nota: Resultados de laboratorio

De la tabla No. 12 infiere resultados obtenidos con diferentes pesos, sacando así un promedio de 1.639 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado fino de relave minero.

**Tabla 13.**

*Resultados obtenidos de la densidad máxima compactado del relave minero*

<b>DENSIDAD MAXIMO VARILLADO (RELAVE)</b>				<b>Und.</b>
Peso del molde	5625	5625	5625	gr
Vol. del molde	2141	2141	2141	cm <sup>3</sup>
N° capas	3	3	3	
N° de varillados por capa	25	25	25	
Pe. del molde + muestra comprimida	9536	9531	9512	gr
Pe. de la muestra compactada	3911	3906	3887	gr
De. máxima de la muestra seca	1.827	1.824	1.815	gr/cm <sup>3</sup>
Promedio		1.822 gr/cm <sup>3</sup>		

Nota: Resultados obtenidos de laboratorio

De la tabla No. 13 infiere resultados obtenidos con diferentes pesos compactados, sacando así un promedio de 1.639 gr/cm<sup>3</sup> para el agregado fino de relave minero.

### **Peso específico y porcentaje de absorción (NPT 400.022)**

**Tabla 14.**

*Resultados Obtenidos de laboratorio peso específico y porcentaje de absorción*

<b>Característica</b>	<b>Agregado fino Arena de Cantera</b>	<b>Und.</b>
Pe. del espécimen seco al horno	487.45	gr
Pe. del espécimen saturada seco	500	gr
Pe. del picnómetro con agua	1310.15	gr
Pe. de pic + muestra + agua	1621.11	gr

Pe. esp.	2.64	gr/cm <sup>3</sup>
Porc. de absorción	2.57	%

*Nota:* Resultados obtenidos de laboratorio

De la tabla No. 14 detalla el resultado obtenido del ensayo de peso específico de 2.64 gr/cm<sup>3</sup> y absorción 2.57%.

### **Tabla 15.**

*Resultados obtenidos de laboratorio relave minero*

<b>Característica</b>	<b>Agregado fino Relave minero</b>	<b>Und.</b>
Pe. del espécimen seco al horno	488.01	gr
Pe. del espécimen saturada seco	500	gr
Pe. del picnómetro con agua	1310.15	gr
Pe. de pic + muestra + agua	1622.16	gr

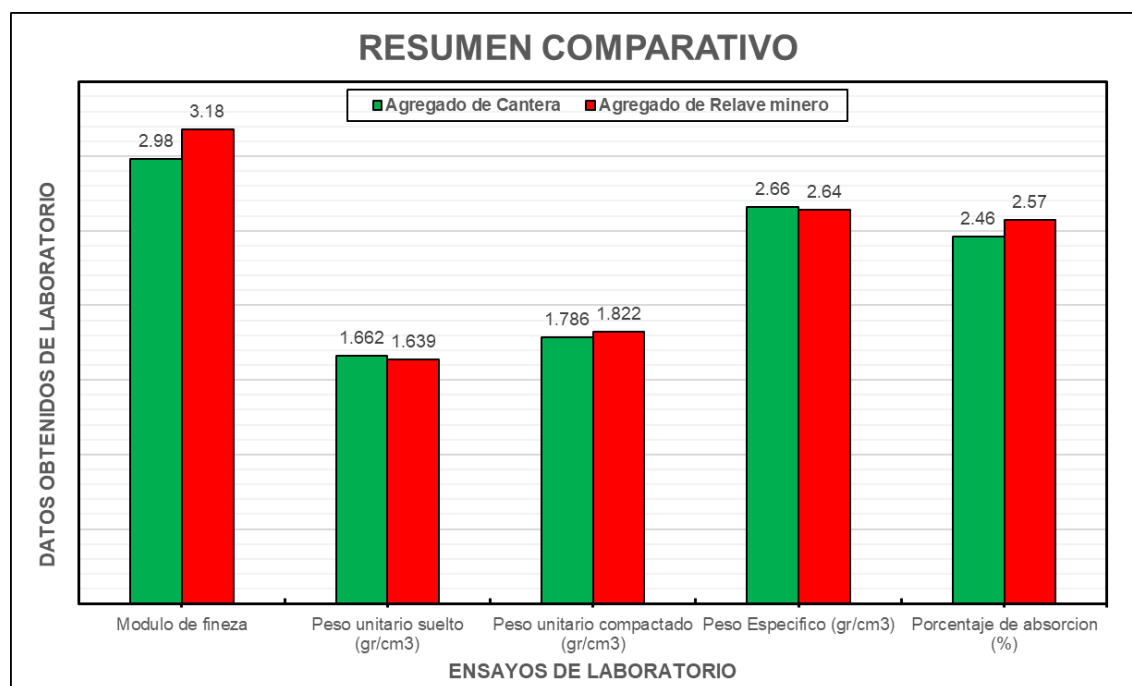
Pe. esp.	2.66	gr/cm <sup>3</sup>
Porc. de absorción	2.46	%

*Nota:* Resultados obtenidos de laboratorio

En la siguiente tabla No. 15 detalla el resultado obtenido del ensayo de peso específico de 2.66 gr/cm<sup>3</sup> y absorción 2.46% con una muestra de 500g.

**Figura 39.**

*Resumen comparativo de las propiedades físicas entre agregado de cantera y relave minero*



En la siguiente figura No. 39 detalla un cuadro comparativo de todos los ensayos realizados entre ambos agregados.

**Tabla 16.**

*Resumen de los ensayos agregado de cantera*

<b>Agregado fino de cantera</b>				
Módulo de fineza	Pe. unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	Pe. unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	Pe. Especifico (gr/cm <sup>3</sup> )	Porcentaje de absorción (%)
2.98	1.662	1.786	2.66	2.46

*Nota:* Resultados obtenidos de laboratorio

De la tabla No.16 infiere los resultados obtenidos de los ensayos de agregado fino de cantera son los siguientes: el módulo de fineza es de 2.98, el PUS fue de 1.662 gr/cm<sup>3</sup>, el PUC fue de 1.786 gr/cm<sup>3</sup>, el PE fue de 2.66 gr/cm<sup>3</sup> y el porcentaje de absorción es de 2.46%.

**Tabla 17.**

*Resumen de los ensayos agregado de relave minero*

<b>Agregado fino de relave minero</b>				
Módulo de fineza	Pe. unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	Pe. unitario compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	Pe. Especifico (gr/cm <sup>3</sup> )	Porcentaje de absorción (%)
3.18	1.639	1.822	2.64	2.57

*Nota:* Resultados obtenidos de laboratorio

De la tabla No. 17 infiere que los resultados obtenidos de los ensayos del agregado fino de relave minero son los siguientes: el módulo de fineza es de 3.18, PUS fue de 1.639 gr/cm<sup>3</sup>, el PUC fue de 1.822 gr/cm<sup>3</sup>, el PE fue de 2.64 gr/cm<sup>3</sup> y el porcentaje de absorción es de 2.57%.

### **Ensayo de Abrasión de los Ángeles (MTC E. 207)**

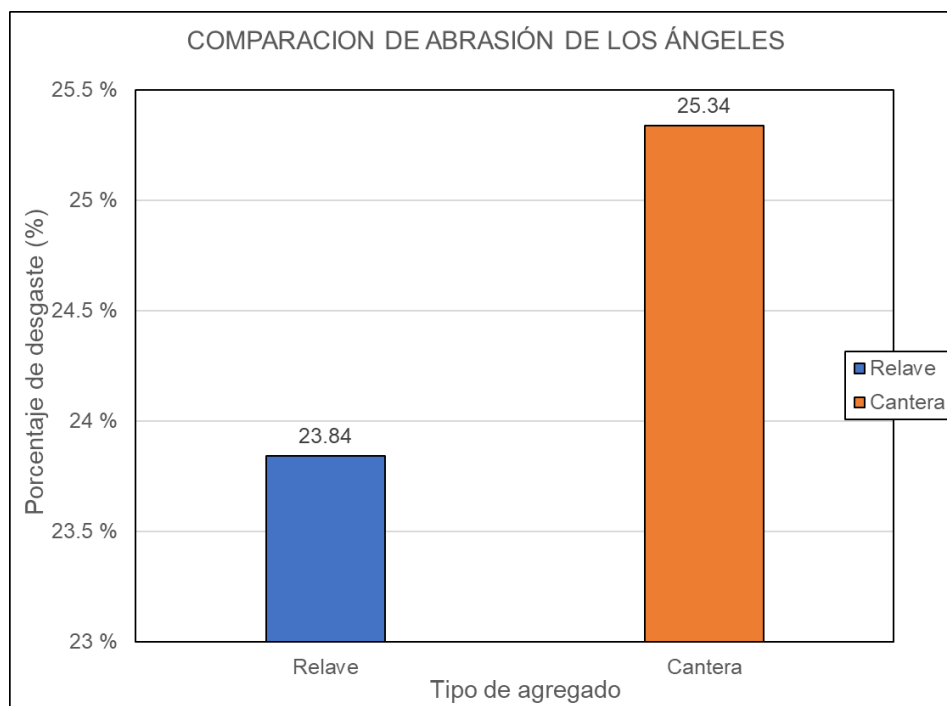
Análisis comparativo del porcentaje de pérdidas y la resistencia al desgaste entre el agregado de cantera y el agregado de relave minero.

En cuanto al porcentaje de pérdida, se observó que el agregado de cantera presentó un porcentaje de pérdida del 25,34%, mientras que el agregado de relave mostró un porcentaje de pérdida del 23,84%. Estos resultados indican que el agregado de cantera experimentó un mayor nivel de pérdida en comparación con el agregado de relave minero.

En cuanto a la resistencia al desgaste, el agregado de cantera mostró un valor de 74,66%, mientras que el agregado de relave minero exhibió un valor superior de 76,16%. Estos resultados sugieren que el agregado de relave minero posee una resistencia al desgaste superior a la del agregado de cantera.

**Figura 40.**

*Gráfico comparativo de desgaste a la abrasión*



De la figura No. 40 detalla un gráfico comparativo del ensayo de abrasión de los ángeles de porcentaje de desgaste entre ambos tipos de agregado.

### **Análisis físico químico del relave minero (ECA)**

### **Resultados obtenidos del análisis físico-químico.**

**Tabla 18.**

*Resultados de ensayo físico-químico del relave minero*

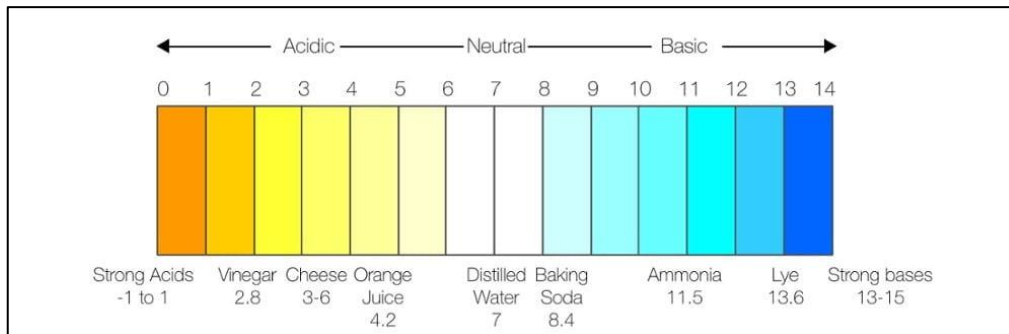
<b>Características Físicas</b>		
pH	4.4	Acido
C.E.	0.15	mS/cm
<b>Análisis Físico-Químico</b>		
Nitrógeno	0.07	%
Potasio	78	ppm
Materia orgánica	0.9	%
Aluminio	1.8	me/100g suelo
<b>Análisis metales pesados</b>		
Arsénico	138.8	mg/kg

Cadmio	0.9	mg/kg
Mercurio	0.15	mg/kg
Plomo	60	mg/kg

*Nota:* Resultados obtenidos de laboratorio de análisis químico

pH: El valor de pH registrado en el suelo de relave minero fue de 4.40, lo cual indica que el suelo se encuentra en un estado ácido de acuerdo a los estándares establecidos de la figura No. 41, es importante considerar que un pH ácido puede afectar la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana en el suelo.

**Figura 41.**  
*Límites de pH.*



**Nota:** Adaptado del Blog hannainst mx los-limites-de-las-mediciones-de-ph.

Conductividad eléctrica (Ce): El valor obtenido de conductividad eléctrica fue de 0.15 mS/cm. La conductividad eléctrica es una medida de la salinidad del suelo y está relacionada con la concentración de iones en solución. En este caso, el valor obtenido indica una baja salinidad en el suelo.

Nitrógeno: El contenido de nitrógeno en el suelo de relave minero fue de 0.07%, lo cual indica una concentración relativamente baja de este nutriente. Es necesario evaluar si esta concentración es suficiente para el crecimiento adecuado de las plantas en el suelo.

Potasio: El contenido de potasio en el suelo de relave minero fue de 78 ppm. El potasio es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas. El valor obtenido indica una concentración moderada de potasio en el suelo.

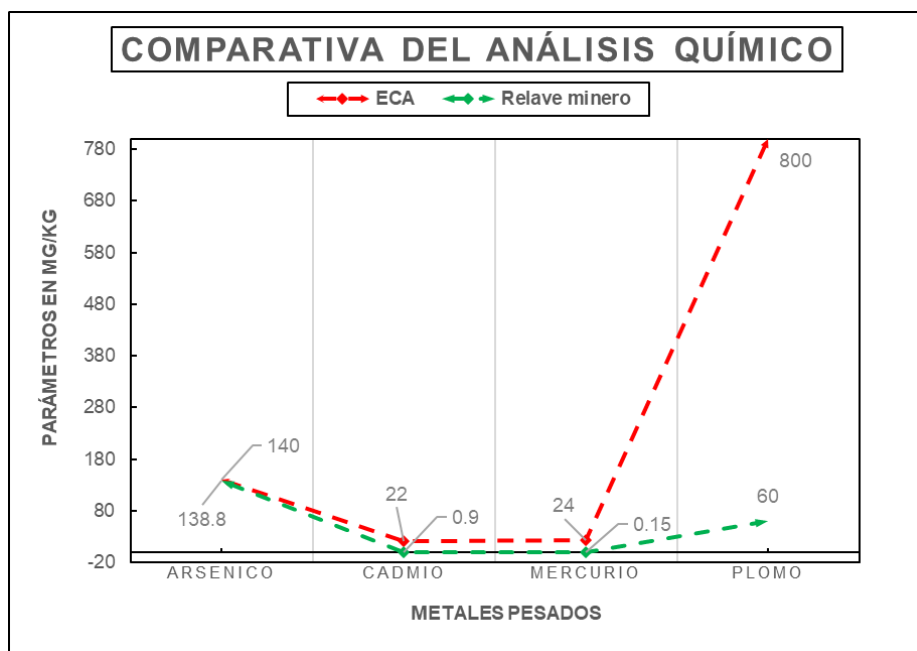
Materia orgánica: La materia orgánica presente en el suelo de relave minero fue de 0.90%. La materia orgánica desempeña un papel importante en la mejora de la fertilidad del suelo y para mejorar sus propiedades físicas y biológicas. El valor registrado indica la presencia de una cantidad moderada de materia orgánica en el suelo.

Aluminio: El contenido de aluminio en el suelo de relave minero fue de 1.80 me/100g suelo. El aluminio es un elemento presente en muchos suelos, pero altas concentraciones pueden ser perjudiciales para las plantas. En este caso, el valor obtenido indica una concentración moderada de aluminio en el suelo.

### Resultados obtenidos del análisis de metales pesados.

**Figura 42.**

*Resultados obtenidos del análisis químico metales pesados*



De la figura No. 42 infiere que los resultados del análisis químico indicaron que la concentración de arsénico en los residuos mineros era inferior a las Normas de Calidad Medioambiental (ECA) establecidas para suelos comerciales, industriales y extractivos. La máxima concentración registrada en el laboratorio fue de 138.80 mg/kg, lo cual indica que los niveles de arsénico en el suelo se encuentran dentro de los límites aceptables.

En cuanto al **cadmio**, las concentraciones encontradas en los suelos del relave minero también se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos comerciales/industriales/extractivos. La concentración mínima de cadmio registrada fue de 0.90 mg/kg. Es importante destacar que el cadmio tiende a ser fuertemente adsorbido por la materia orgánica del suelo y, aunque presente en cantidades pequeñas en los suelos y las rocas, no supera los límites establecidos.

En cuanto al **mercurio**, la concentración en los suelos del relave minero se encuentra por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos. La concentración máxima registrada fue de 0.15 mg/kg. Esto indica que la acumulación de mercurio en el suelo está controlada principalmente por la formación de complejos orgánicos y la precipitación.

En relación al **plomo**, la concentración en los suelos del relave minero se encuentra por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). La máxima concentración de plomo registrada fue de 60 mg/kg. El plomo es un contaminante importante en el ambiente, pero en este caso no se observan concentraciones que superen los límites establecidos, lo cual es positivo para la salud humana y los ecosistemas.

Para las pruebas a compresión axial en pilas, adherencia a cizalle y esfuerzo diagonal de muretes se utilizaron unidades de albañilería con las siguientes propiedades denominadas en la tabla No 19.

**Tabla 19.**

*Características de las unidades de albañilería*

<b>Características del ladrillo</b>	
Empresa	Diamante
Denominación del ladrillo	King Kong 18 H.
Medidas	10x14x24 cm
Peso	2.95 - 3.20 kg
Clasificación según norma E.0.70	Tipo IV

*Nota:* características del ladrillo empleado para los ensayos de laboratorio



El mortero en estado endurecido  
**Resistencia a la compresión de los morteros (NTP 334.051)**

**Tabla 20.**

Resultados de resistencia a compresión cubos de mortero de Cantera

CARACTERÍSTICAS	ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION MORTERO													
	MORTERO DE CANTERA													
	1:4, A/C 0.7													
Edad	7 días			14 días					28 días					
Espécimen de ensayo	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Lado 1 (cm)	5.1	4.95	4.84	5.06	5.06	5.06	4.9	4.8	5	5	5	4.9	5	5
Lado 2 (cm)	4.9	5	4.83	4.82	4.8	4.8	4.7	4.9	5	5	5	5	5	4.95
Área (cm <sup>2</sup> )	24.99	24.75	23.38	24.39	24.29	24.29	23.03	23.52	25.00	25.00	25.00	24.50	25.00	24.75
Carga de Falla (Kg)	3320	3350	3160	3470	3460	3451	3210	3260	4040	4000	4110	3950	4040	4020
Carga de Falla en (Kn)	32.56	32.85	30.99	34.03	33.93	33.84	31.48	31.97	39.62	39.23	40.31	38.74	39.62	39.42
Desviación estándar (De)	1.39			1.82					1.61					
Coeficiente de variación (Cv)	1.05			1.31					1.29					
Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	132.85	135.35	135.17	142.28	142.46	142.09	139.38	138.61	161.60	160.00	164.40	161.22	161.60	162.42
Resistencia C. (Kg/cm <sup>2</sup> )	133.07			139.14					160.15					

De la tabla No. 20 infiere las características de mortero en estado endurecido con agregado fino de cantera y sus respectivas cargas de falla según las edades de 7 días 133.07 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 139.14 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 160.15 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21.**

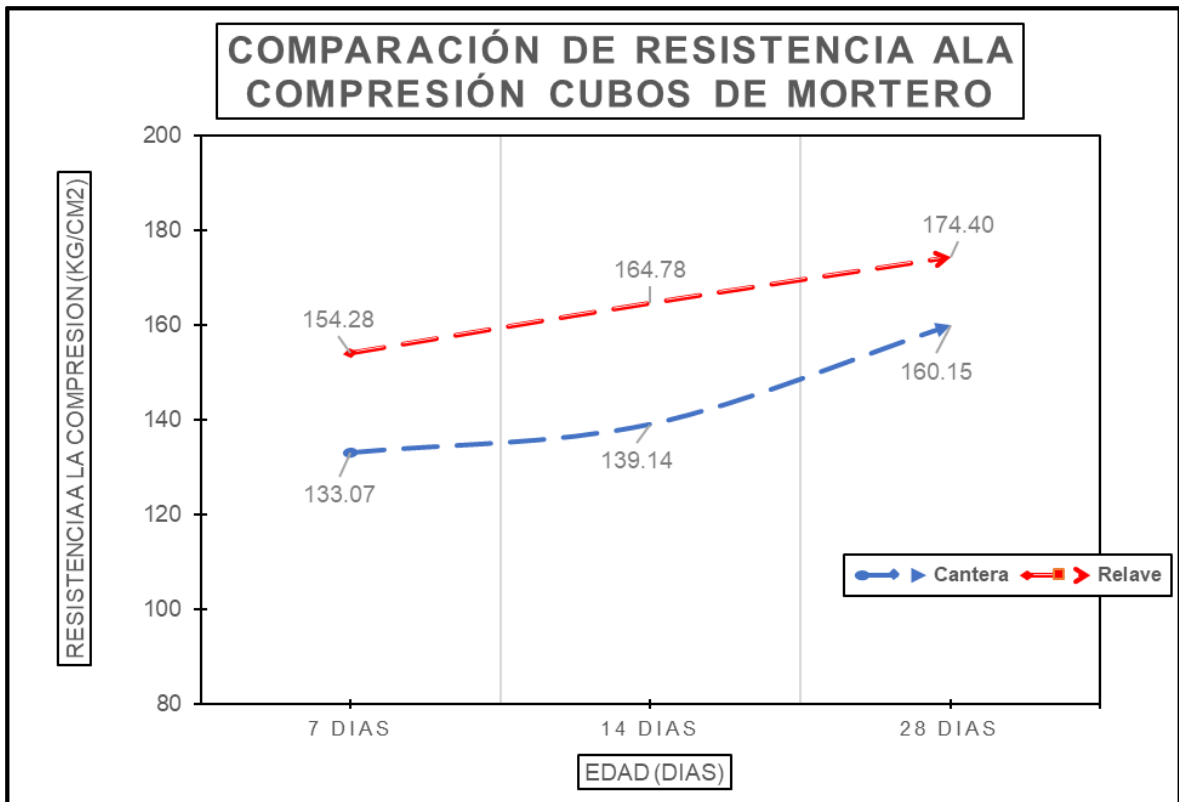
*Resultados de resistencia a compresión cubos de mortero con Relave Minero*

CARACTERÍSTICAS	ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION MORTERO													
	MORTERO CON RELAVE MINERO													
	1:4, A/C 0.7													
Edad	7 días			14 días					28 días					
Espécimen de ensayo	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6
Lado 1 (cm)	5.06	5.2	5.06	5.1	5.06	5.06	5.06	5.1	5	5.05	4.9	5	5	5
Lado 2 (cm)	5	5.2	5.06	5.06	4.9	5.2	5.06	5.2	5	5	5	5	5	5.06
Área (cm <sup>2</sup> )	25.30	27.04	25.60	25.81	24.79	26.31	25.60	26.52	25.00	25.25	24.50	25.00	25.00	25.30
Carga de Falla (Kg)	3900	4220	4020	4310	4070	4410	4260	4530	4350	4450	4380	4400	4390	4410
Carga de Falla en (Kn)	38.25	41.38	39.42	42.27	39.91	43.25	41.78	44.42	42.66	43.64	42.95	43.15	43.05	43.25
Desviación Estándar (De)	1.46			2.41					1.72					
Coeficiente de Variación (Cv)	0.94			1.46					1.44					
Resistencia a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	154.15	156.07	157.01	167.02	164.15	167.60	166.38	170.81	174.00	176.24	178.78	176.00	175.60	174.31
<b>Resistencia C. (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>154.28</b>			<b>164.78</b>					<b>174.40</b>					

De la tabla No.21 infiere las características de mortero en estado endurecido con agregado de relave minero y sus respectivas cargas de falla según las edades de 7 días 154.28 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 164.78 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 174.40 kg/cm<sup>2</sup>

**Figura 43.**

*Comparativa de resistencia a compresión de cubos de mortero según edades.*



De la figura No.43 infiere el comportamiento de la resistencia característica según edad tanto del agregado de cantera y el agregado de relave minero.

**Tabla 22.***Resultados del ensayo de resistencia a compresión axial en pilas con mortero de Cantera*

CARACTERÍSTICAS	Ensayo de compresión en pilas								
	Pilas con agregado de cantera								
	1:4, A/C 0.7								
Edad	14 días			21 días			28 días		
Espécimen de ensayo	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Altura de la pila	32	31.7	31.7	32.3	32.1	31.9	32	31.8	31.8
Espesor de la pila	14	14.3	13.6	13.7	14	14.3	13.7	13.8	13.9
Largo de la pila	23.8	24.3	23.7	24	24.3	24.3	24	23.8	24
Área	333.2	347.49	322.32	328.8	340.2	347.49	328.8	328.44	333.6
hp/tp	2.29	2.22	2.33	2.36	2.29	2.23	2.34	2.30	2.29
Corrección por esbeltez	0.77	0.76	0.78	0.78	0.77	0.76	0.78	0.77	0.77
Carga de Falla en Kg	24700	25920	22150	29860	29930	31910	30210	30170	31120
Desviación Estándar		2.06			1.55			0.44	
Coefficiente de Variación		3.83			2.29			0.62	
f'm	57.08	56.72	53.35	70.84	67.83	70.00	71.39	70.97	71.86
Resistencia Característica		53.66			68.00			70.96	

**Ensayo de resistencia a esfuerzo axial en pilas de albañilería (NTP 399.605)** El análisis comparativo de la compresión axial en pilas de albañilería del mortero de cantera y el mortero con relave minero, la resistencia mecánica del mortero de cantera y mortero con relave minero aumenta con el tiempo de curado.

De la Tabla No. 22 infiere que la resistencia característica obtenida para las pilas de albañilería con agregado de cantera fue de 53.66 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, 68.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días y 70.96 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**Tabla 23**

*Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a compresión axial en pilas con mortero de Relave minero*

CARACTERÍSTICAS	Ensayo de compresión en pilas									
	Pilas con relave									
	1:4, A/C 0.7									
	Edad	14 días			21 días			28 días		
Espécimen de ensayo	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	
Altura de la pila	31.9	32	32	32.3	32.1	32.3	31.9	32.1	32.3	
Espesor de la pila	14	14.2	13.9	13.6	14.2	13.9	13.7	13.7	14.2	
Largo de la pila	24	24.3	24.1	23.7	24.3	23.7	23.7	24	24.2	
Área	336	345.06	334.99	322.32	345.06	329.43	324.69	328.8	343.64	
hp/tp	2.28	2.25	2.30	2.38	2.26	2.32	2.33	2.34	2.27	
Corrección por esbeltez	0.77	0.77	0.77	0.78	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77	
Carga de Falla en Kg	24560	25600	24880	28360	32000	30790	30490	31500	33210	
Desviación Estándar		0.57			1.82			0.90		
Coeficiente de Variación		1.02			2.64			1.23		
f'm	56.21	56.79	57.36	68.85	71.08	72.47	72.87	74.54	74.26	
Resistencia Característica		56.21			68.97			73.00		

De la Tabla No. 23 infiere que la resistencia característica en pilas con relave fue de 56.21 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, 68.97 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días y 73.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Para la resistencia característica se hizo una corrección por esbeltez según RNE E.0.70 según detalla en la tabla No. 24.

**Tabla 24.**

*Corrección por esbeltez según la norma E.070 del reglamento RNE*

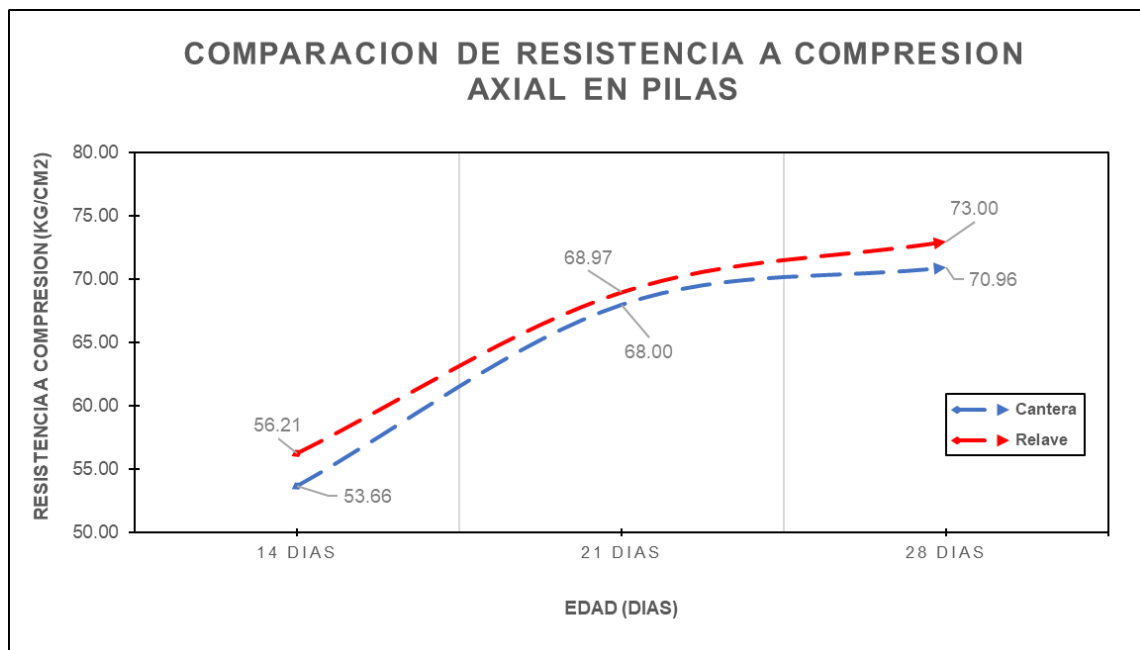
FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

*Nota:* Adaptado de RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones E.0.70 capítulo 5 resistencia de prismas de albañilería.

De las tablas No. 22 y No. 23 infiere que, los resultados finales de la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería con relave también aumentan con el tiempo de curado, aunque en comparación con el mortero de cantera, se observa una resistencia ligeramente mayor.

**Figura 44.**

*Comparativa del resultado de ensayo a compresión axial en pilas con mortero de cantera y relave minero.*

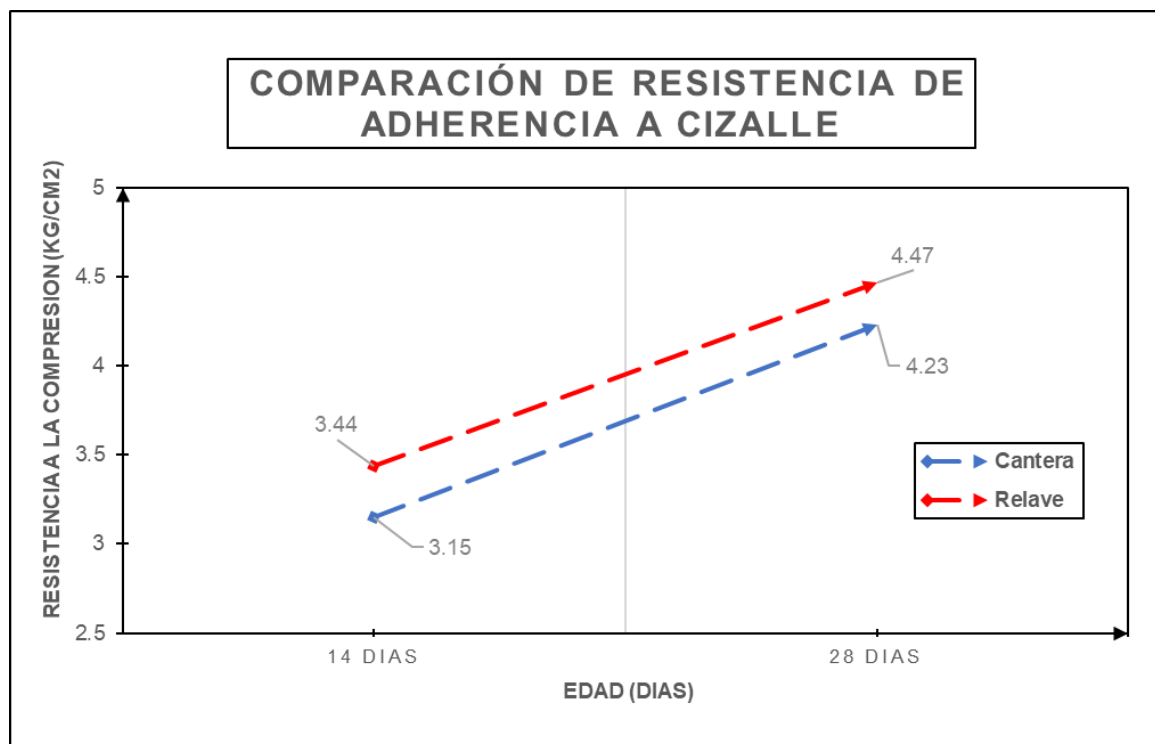


De la figura No. 44 infiere un resumen de los resultados hallados en las pilas de albañilería con agregado de cantera y relave minero, revelan que ambos tipos de mortero presentan niveles similares de resistencia característica. A los 14 días, se registró una resistencia promedio de 53.66 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con cantera y de 56.21 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con relave. A los 21 días, la resistencia promedio fue de 68.00 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con cantera y de 68.97 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con relave. Y a los 28 días, se obtuvo una resistencia promedio de 70.96 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con cantera y de 73.00 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero con relave. Estos resultados sugieren que ambos tipos de mortero son igualmente adecuados en términos de resistencia en las pilas de albañilería y que también cumplen con la resistencia requerida por el RNE. E.070 que es de 65 kg/cm<sup>2</sup>.

### Ensayo de compresión de adherencia por cizalle (NCh. 167.Of2001)

**Figura 45.**

*Comparativa de ensayo de adherencia a cizalle en pilas*



Del gráfico No. 45 infiere que, A los 14 días, el mortero de cantera mostró una resistencia promedio de 3.15 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el mortero con relave presentó una resistencia característica fue de 3.44 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, a los 28 días, el

mortero con relave exhibió una resistencia promedio de 4.47 kg/cm<sup>2</sup>, superando ligeramente al mortero de cantera, cuya resistencia promedio fue de 4.23 kg/cm<sup>2</sup>.

Estos resultados indican que el mortero con relave experimentó un incremento más elevado en su resistencia a medida que transcurrió el tiempo de curado, en comparación con el mortero de cantera.

**Tabla 25**

Resultados del ensayo de adherencia a cizalle con mortero de cantera

Características	ENSAYO DE ADHERENCIA POR CIZALLE					
	PILAS CON MORTERO DE CANTERA					
	1:4, A/C: 0.7					
Edad	14 días			28 días		
Espécimen de ensayo	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3
Altura de la pila	31.82	31.93	32.1	31.9	32.02	32.22
Espesor de la pila	14	14.21	14.23	14.02	13.98	14.18
Largo de la pila	24	24.1	23.93	24.03	24.23	23.83
Área	445.48	453.73	456.78	447.24	447.64	456.88
Carga de Falla en (Kg)	1592	1707	1425	1886	1987	2010
Desviación Estándar (De)	0.33			0.12		
Coefficiente de Variación (Cv)	10.47			2.80		
Adherencia a cizalle	3.57	3.76	3.12	4.22	4.44	4.40
Resistencia C.Kg/cm <sup>2</sup>	3.15			4.23		

*Nota:* Resultado del ensayo detallado por dimensiones y carga de falla

De la tabla No. 25 infiere que la resistencia a la adherencia por cizalle en pilas de albañilería con mortero de cantera, se analizaron dos periodos de curado: 14 días y 28 días. Se obtuvo un valor promedio de adherencia a cizalle de 3.15 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 4.23 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Estos resultados indican un incremento en la resistencia a medida que transcurre el tiempo de curado.



**Tabla 26***Resultados del ensayo de adherencia a cizalle en pilas con mortero relave minero*

Características	ENSAYO DE ADHERENCIA POR CIZALLE					
	PILAS CON RELAVE MINERO					
	1:4, A/C: 0.7					
Edad	14 días			28 días		
Espécimen de ensayo	S-1	S-2	S-3	S-1	S-2	S-3
Altura de la pila	32.03	32.18	32.37	32.1	31.92	31.75
Espesor de la pila	14.05	13.93	14.22	14.01	14.2	14.31
Largo de la pila	24.04	24.18	23.92	24.17	23.82	23.73
Área	450.02	448.27	460.30	449.72	453.26	454.34
Carga de Falla en (Kg)	1550	1594	1680	2068	2022	2091
Desviación Estándar (De)	0.10			0.08		
Coefficiente de Variación (Cv)	2.98			1.80		
Adherencia a cizalle	3.44	3.56	3.65	4.60	4.46	4.60
Resistencia C. Kg/cm <sup>2</sup>	3.45			4.47		

*Nota:* Resultado del ensayo detallado por dimensiones y carga de falla

De la tabla No. 26 infiere que los resultados promedio de adherencia a cizalle con mortero de relave minero en los ensayos fueron de 3.45 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y de 4.47 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Estos valores indican un incremento significativo en la resistencia de la unión a medida que aumenta el tiempo de curado.

**Tabla 27***Conversión de unidades de la resistencia a la adherencia a cizalle*

CONVERSIÓN	ENSAYO DE ADHERENCIA POR CIZALLE			
	1:4, A/C: 0.7			
	14 días		28 días	
Edad	Cantera	Relave	Cantera	Relave
Adherencia en Kg/cm <sup>2</sup>	3.15	3.45	4.23	4.47
Adherencia en Mpa	0.31	0.34	0.41	0.44

*Nota:* conversión de unidades

De la tabla No.27 infiere una conversión en Mpa de los resultados de rotura, según la **Nch. 167.Of2001** nos dice que se debería llegar a una resistencia de 0.4 Mpa a una edad de 28 días y haciendo las conversiones correspondientes se determina que con ambos tipos de mortero se cumple esta resistencia a dicha edad.

### **Ensayo de compresión de compresión diagonal de muretes (NPT 399.621)**

El análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de muretes contruidos con mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, se realizaron pruebas en tres especímenes a una edad de 28 días. Las características de los muretes incluyeron una altura constante de 60 cm, estos resultados concluyeron que el mortero con relave minero presenta una mayor resistencia en comparación con el mortero de cantera.

Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar relave minero como mortero en aplicaciones de albañilería.

### **Tabla 28**

*Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con mortero de cantera*

<b>COMPRESION DIAGONAL DE MURETES</b>			
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>MORTERO CANTERA</b>		
	<b>1:4, A/C: 0.7</b>		
Edad	28 días		
Espécimen de ensayo	M - 1	M - 2	M - 3
Altura del murete	60	60	60
Largo del murete	59.9	60.1	59.8
Espesor del murete	14	13.7	13.7
Área de la sección diagonal	839.30	822.69	820.63
Carga de Falla en (Kg)	5884.78	6385.46	6258
Desviación Estándar (De)	0.28		
Coeficiente de Variación (Cv)	5.35		
V'm	4.96	5.49	5.39
V'm Característica Kg/cm2	5.28		

*Nota: Resultados del ensayo empleado según características del murete*

De la tabla No. 28 infiere que, respecto a las cargas de falla, se registraron valores de los muretes con el mortero de cantera, con cargas de 5884.78 kg, 6385.46 kg y 6258.00 kg, que tuvo valores en  $v'm$  de 4.96 kg/cm<sup>2</sup>, 5.49 kg/cm<sup>2</sup> y 5.39 kg/cm<sup>2</sup>. A los 28 días.

**Tabla 29**

Resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes con mortero relave minero

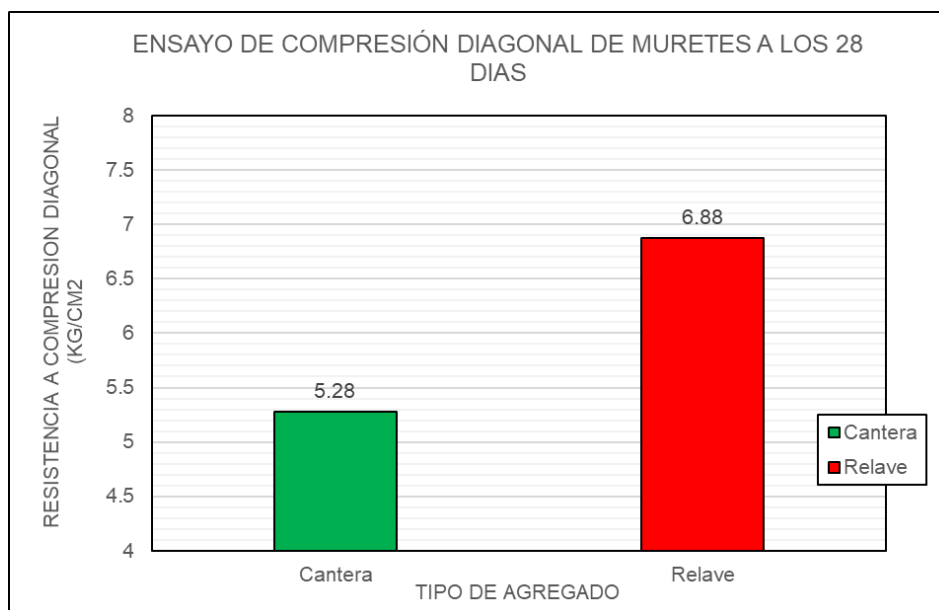
<b>COMPRESION DIAGONAL DE MURETES</b>			
<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>MORTERO RELAVE MINERO</b>		
	<b>1:4, A/C: 0.7</b>		
Edad	28 días		
Espécimen de ensayo	M - 1	M - 2	M - 3
Altura del murete	60	60	60
Largo del murete	59.8	59.7	59.5
Espesor del murete	13.8	14	13.7
Área de la sección diagonal	826.62	837.90	818.58
Carga de Falla en (Kg)	7983.36	7856.91	8325.98
Desviación Estándar (De)	0.28		
Coefficiente de Variación (Cv)	4.14		
$v'm$	6.83	6.63	7.19
$v'm$ Característica Kg/cm <sup>2</sup>	6.88		

*Nota:* Resultados del ensayo empleado según características del murete

De la tabla No. 29 infiere que, respecto a las cargas de falla, se registraron valores de los muretes con mortero de relave minero, con cargas de 7983.36 kg, 7856.91 kg y 8325.98 kg, que tuvo valores en  $v'm$  de 6.83 kg/cm<sup>2</sup>, 6.63 kg/cm<sup>2</sup> y 7.19 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 46.**

*Comparativa de resistencia a compresión diagonal de muretes*



De la figura No. 46 infiere un resumen comparando los resultados del ensayo de compresión diagonal de muretes entre el mortero de cantera y el mortero con relave minero, dónde también se observaron las siguientes diferencias significativas

Ambos tipos de mortero presentaron dimensiones similares en términos de altura y espesor de los muretes, aunque hubo variaciones en los largos.

La carga de falla fue notablemente más alta en el mortero con relave minero en comparación con el mortero de cantera.

Luego de llevar a cabo los experimentos con ambos tipos de mortero, se pudo constatar que en ninguno de los casos se logró alcanzar la resistencia deseada de 8.1 Kg/cm<sup>2</sup>, tal como lo establece el RNE E.070. Este hecho podría estar asociado a diversas variables, entre ellas, las condiciones climáticas desfavorables de la ciudad de Juliaca, que se caracterizan por presentar temporadas de heladas. Durante el proceso de curado, se pudo notar la aparición de manchas blancas en los especímenes, lo que sugiere que las condiciones ambientales pueden haber influido en la formación del mortero y, en consecuencia, en su resistencia final.

## V.- DISCUSIÓN

En la siguiente tabla No. 16 el agregado fino de cantera empleado en el mortero ha demostrado poseer características físicas favorables que lo hacen adecuado para su utilización en construcciones de albañilería. Los resultados hallados en los ensayos revelaron un módulo de fineza de 2.98, indicando una distribución equilibrada de tamaños de partículas. Además, se registraron valores de peso unitario suelto y compactado de 1.662 gr/cm<sup>3</sup> y 1.786 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente, lo que sugiere una adecuada densidad y capacidad de compactación del agregado.

Es destacable el peso específico medido, el cual alcanzó los 2.66 gr/cm<sup>3</sup>. Esta alta densidad resulta beneficiosa para las estructuras de albañilería, ya que contribuye a su resistencia y estabilidad. Un agregado más denso mejora la capacidad de carga y reduce el riesgo de asentamientos o fallos estructurales.

Asimismo, se registró un porcentaje de absorción del 2.46% para el agregado fino de cantera. Un bajo índice de absorción indica que el agregado tiene una capacidad limitada para retener agua, lo cual es beneficioso para mantener la consistencia y durabilidad del mortero. Una elevada absorción de agua podría afectar negativamente las propiedades físico mecánicas del mortero, como su resistencia a largo plazo y su capacidad para soportar condiciones climáticas adversas y ciclos de humedecimiento-secado.

Estos hallazgos contrastan con las conclusiones de los autores Patiño, Gutiérrez, Leal, Castro y Hurtado, quienes sugirieron que el mortero natural puede presentar una capacidad de transmisión de cargas deficiente debido a problemas con la proporción de los materiales y su distribución granulométrica. No obstante, este estudio evidencia que el mortero de cantera, con su agregado fino, muestra características físicas favorables que respaldan su resistencia y capacidad de carga.

De la tabla No. 17 los resultados derivados de las pruebas realizadas del agregado fino con relave minero revelan que este material exhibe una densidad adecuada

tanto en estado suelto como compactado, aunque se observa una ligera disminución en comparación con el agregado fino de cantera. Esto implica que el agregado fino de relave minero puede ser utilizado en la mezcla de mortero, siempre y cuando se considere su impacto en las características físicas y mecánicas del mortero. resultante.

Es importante destacar que la densidad del agregado fino de relave minero es un factor crucial a tener en cuenta, ya que está directamente relacionada con la resistencia y estabilidad de la estructura de albañilería. Aunque el peso específico del agregado fino de relave minero es ligeramente inferior al de la cantera, esta diferencia no supone una limitación significativa, especialmente si se implementan medidas adicionales para compensarla.

Es relevante mencionar que investigaciones previas, como las realizadas por Meregildo, han demostrado que la adición de materiales como estériles y escoria puede tener un impacto positivo en las propiedades físicas del mortero. Estos resultados respaldan la idea de que la inclusión de relave minero en la mezcla de mortero puede ser beneficiosa para mejorar ciertas características del material, como su capacidad para soportar cargas y su resistencia

De la figura No. 42, se puede apreciar los resultados del análisis de metales pesados Arsénico (As): La concentración máxima de arsénico detectada en los suelos del relave minero fue de 138.80 mg/kg. Este valor se encuentra por debajo de los límites establecidos por los (ECA) Estándares de Calidad Ambiental, lo cual indica que no existe una presencia significativa de arsénico que pueda ser perjudicial para el entorno ambiental y la salud. Cadmio (Cd): La concentración mínima de cadmio registrada en los suelos del relave minero fue de 0.90 mg/kg. Este valor también se encuentra por debajo de los límites establecidos por los ECA, lo que indica que no hay una presencia significativa de cadmio que pueda representar un riesgo para el ambiente y la salud. Mercurio (Hg): La concentración máxima de mercurio en los suelos del relave minero fue de 0.15 mg/kg. Este valor se encuentra dentro de los límites establecidos por los ECA Estándares de Calidad Ambiental, lo que sugiere que no hay una presencia significativa de mercurio que

pueda causar daños al entorno ambiental y la salud. Plomo (Pb): La concentración máxima de plomo encontrada en los suelos del relave minero fue de 60 mg/kg. Este valor también se encuentra por debajo de los límites establecidos por los ECA, lo que indica que no hay una presencia significativa de plomo que pueda representar un riesgo para el ambiente y la salud.

De la figura No. 43, se puede apreciar el comportamiento de la resistencia característica en función de la edad del mortero, tanto para el agregado de cantera como para el agregado de relave minero. En el caso del mortero de cantera, se evidencia un aumento constante en la resistencia a medida que el mortero va madurando durante distintos periodos de tiempo (7 días, 14 días y 28 días). A los 28 días, se obtuvo un promedio de resistencia de 162.42 Kg/cm<sup>2</sup>. Además, se observa una baja dispersión en los resultados, reflejada en los valores de desviación estándar y coeficiente de variación.

Por otro lado, el mortero con relave minero también presenta un incremento gradual en la resistencia a medida que transcurre el tiempo. A los 28 días, se alcanza un promedio de resistencia de 174.31 Kg/cm<sup>2</sup>, ligeramente superior al del mortero de cantera.

En línea con los hallazgos de Muciño, Guillén, Tahuiton y Orozco, se concluye que es fundamental evaluar las características físicas de un mortero para asegurar su efectividad como material estructural. Esto implica considerar aspectos como la resistencia a la compresión, la consistencia, la porosidad y otras propiedades relevantes.

Según se puede observar en los datos presentados en la Tabla No. 22, los ensayos de resistencia a la compresión axial en las pilas de albañilería con agregado de cantera mostraron un incremento gradual en la resistencia a medida que avanzaba el tiempo. Específicamente, se obtuvo una resistencia característica de 53.66 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, 68.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días y finalmente 70.96 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Estos resultados evidencian una mejora significativa en la resistencia de las pilas construidas con mortero de cantera a lo largo del período de curado.

Por otro lado, al analizar los resultados presentados en la Tabla No. 23, se puede apreciar que las pilas de albañilería con relave minero también exhibieron un comportamiento similar en términos de resistencia. A los 14 días, se registró una resistencia característica de 56.21 kg/cm<sup>2</sup>, la cual aumentó a 68.97 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días y finalmente alcanzó los 73.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Estos hallazgos demuestran que el agregado de relave minero también contribuye al incremento progresivo de la resistencia en las pilas de albañilería.

En comparación, se puede destacar que las pilas con relave minero mostraron una resistencia ligeramente superior en comparación con las pilas con agregado de cantera, especialmente a los 28 días. Estos resultados sugieren que el relave minero puede ser considerado como una alternativa viable para mejorar la resistencia en las pilas de albañilería.

Estos resultados concuerdan con las conclusiones presentadas por Gómez, quien ha investigado el comportamiento de las pilas construidas con mortero estándar y ha encontrado resultados satisfactorios en términos de resistencia, superando los valores requeridos por la normativa vigente RNE.

Basándonos en la Figura No. 45, podemos analizar los resultados obtenidos del ensayo de adherencia a cizalle. A los 14 días, se evidenció que el mortero con agregado de cantera mostró una resistencia promedio de 3.15 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el mortero con agregado de relave minero presentó una resistencia promedio ligeramente superior de 3.45 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, a los 28 días, se observó un cambio en los resultados. El mortero con agregado de relave minero exhibió una resistencia promedio de 4.47 kg/cm<sup>2</sup>, superando levemente al mortero con agregado de cantera cuya resistencia promedio fue de 4.23 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados llegaron a la resistencia requerida según la norma chilena lo cual es positivo con esta investigación.

Esto sugiere que la utilización de agregado de relave minero puede ser una alternativa viable para mejorar la adherencia a cizalle del mortero.



Los datos obtenidos del ensayo de compresión diagonal de muretes, presentados en la tabla No. 28, revelan información importante sobre la resistencia alcanzada en el mortero de cantera y el mortero de relave minero. En el caso del mortero de cantera, se registraron cargas de falla de 5884.78 kg, 6385.46 kg y 6258.00 kg, lo que equivale a valores de resistencia  $\bar{v}$ m de 4.96 kg/cm<sup>2</sup>, 5.49 kg/cm<sup>2</sup> y 5.39 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Por otro lado, en la tabla No. 29 para el mortero de relave minero, se obtuvieron cargas de falla de 7983.36 kg, 7856.91 kg y 8325.98 kg, que tuvo valores en  $\bar{v}$ m de 6.83 kg/cm<sup>2</sup>, 6.63 kg/cm<sup>2</sup> y 7.19 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

De la figura No. 46 infiere resultados que evidencian, tanto el mortero de cantera como el mortero de relave minero exhiben una resistencia media en el ensayo de compresión diagonal de muretes. Además, los valores obtenidos no llegan a los indicados en la RNE E.070.

Estas conclusiones coinciden con las observaciones de Gómez, quien también encontró resultados variables en el ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muros construidos con mortero estándar. En su estudio, se constató que los valores de resistencia obtenidos pueden ser muy variables dependiendo de muchos factores como la flexibilidad del mortero, la relación a/c, el curado y el procedimiento constructivo.

## VI.- CONCLUSIONES

En la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas entre el mortero de cantera y el mortero con relave minero, se observan diferencias notables. El árido fino extraído de la cantera posee un módulo de finura de 2.98, un peso unitario suelto de 1.662 g/cm<sup>3</sup>, un peso unitario compactado de 1.786 g/cm<sup>3</sup>, un peso específico de 2.66 g/cm<sup>3</sup> y un índice de absorción de 2.46%. En contraste, el árido fino de relave minero presenta un módulo de finura de 3.18, un peso unitario suelto registrado de 1.639 g/cm<sup>3</sup>, un peso unitario compactado de 1.822 g/cm<sup>3</sup>, un peso específico de 2.64 g/cm<sup>3</sup>, y un porcentaje de absorción de 2.57%. Estos resultados demuestran que ambos materiales cumplen con los estándares de calidad para su uso en construcción de albañilería. En términos de resistencia, a los 7 días, el mortero con relave minero supera al de cantera en 21.21 kg/cm<sup>2</sup>, registrando una resistencia de 154.28 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, la diferencia aumenta a 25.64 kg/cm<sup>2</sup>, con el mortero de relave minero alcanzando 164.78 kg/cm<sup>2</sup> y el de cantera marcando 139.14 kg/cm<sup>2</sup>. A los 28 días, la tendencia se mantiene, con el mortero de relave minero mostrando una resistencia de 174.40 kg/cm<sup>2</sup> y el de cantera llegando a 160.15 kg/cm<sup>2</sup>, con una diferencia de 14.25 kg/cm<sup>2</sup>. Además, en el ensayo de abrasión de los ángeles, el agregado de cantera experimenta una pérdida mayor (25.34%) en comparación con el agregado de relave minero (23.84%), lo que sugiere que el agregado de relave minero es más resistente al desgaste.

El análisis químico, los resultados obtenidos indican que el suelo de relave minero presenta un pH ácido, una baja conductividad eléctrica y una concentración moderada de nutrientes como el nitrógeno y el potasio. Además, se observa la presencia de materia orgánica y una concentración moderada de aluminio. Además, la concentración máxima de arsénico detectada fue de 138.80 mg/kg, de cadmio fue de 0.90 mg/kg, de mercurio fue de 0.15 mg/kg, y de plomo fue de 60 mg/kg, lo cual están dentro de los límites aceptables definidos por las normas de calidad medioambiental (ECA). No se observan concentraciones dañinas que puedan presentar peligro potencial ni para la salud humana ni para el medio ambiente.

El análisis comparativo de la carga axial sobre pilas de mampostería, los ensayos de compresión aplicada a las pilas de mampostería con agregado de cantera indicaron que, a los 14 días, la resistencia promedio fue de 53.66 kg/cm<sup>2</sup>, que aumentó a 68.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días y finalmente a 70.96 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Por otro lado, las pilas de albañilería con relave minero también mostraron un comportamiento similar en términos de resistencia. A los 14 días, se registró una resistencia promedio de 56.21 kg/cm<sup>2</sup>, que aumentó a 68.97 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días y finalmente alcanzó los 73.00 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Aunque el mortero con relave minero mostró resistencias ligeramente superiores en etapas tempranas del curado, hacia los 28 días demuestran que tanto el mortero de cantera como el mortero con relave minero poseen una resistencia adecuada para soportar las cargas verticales en estructuras de albañilería.

El análisis comparativo de los resultados del ensayo de resistencia a la adherencia por cizallamiento entre el mortero de cantera y el mortero con relave minero indica que, a los 14 días, el primero muestra una resistencia promedio (3.15 kg/cm<sup>2</sup>) en relación al relave ligeramente superior (3.44 kg/cm<sup>2</sup>). No obstante, a los 28 días, el mortero con relave minero supera al de cantera, logrando una resistencia promedio de 4.47 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el de cantera alcanza 4.23 kg/cm<sup>2</sup>. Ambos morteros exhiben una uniformidad y consistencia en sus resultados, con coeficientes de variación bajos. La incorporación de relave minero como agregado presenta ventajas sostenibles al contribuir a la reducción del impacto ambiental relacionado con los desechos mineros.

El análisis comparativo de la resistencia de los muros a la compresión diagonal, los resultados de los ensayos de evaluación de la resistencia a la compresión diagonal de los muros construidos con mortero de cantera y mortero con relave minero indican que ambos materiales presentan una resistencia. En el caso del mortero de cantera, se observaron cargas de falla de 5884.78 kg, 6385.46 kg y 6258.00 kg a los 28 días, lo que se traduce en valores de resistencia  $v'm$  de 4.96 kg/cm<sup>2</sup>, 5.49 kg/cm<sup>2</sup> y 5.39 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. En contraste, el mortero con relave minero registró cargas de falla de 7983.36 kg, 7856.91 kg y 8325.98 kg a los 28 días, con valores en  $v'm$  de 6.83 kg/cm<sup>2</sup>, 6.63 kg/cm<sup>2</sup> y 7.19 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos

datos señalan claramente que el mortero con relave minero presenta una resistencia superior al mortero de cantera

Finalmente, tanto el mortero de cantera como el mortero con relave minero presentan propiedades físico-mecánicas satisfactorias para su uso en construcción de albañilería. Ambos materiales demuestran resistencia adecuada en los ensayos realizados, aunque el mortero con relave minero muestra ligeras ventajas en términos de resistencia. Sin embargo, se debe considerar que la elección del tipo de mortero debe basarse en las necesidades y requisitos específicos del proyecto, así como en consideraciones económicas y ambientales. Además, se recomienda seguir las buenas prácticas de construcción para garantizar la resistencia y estabilidad de las estructuras de albañilería.

## VII.- RECOMENDACIONES

Selección cuidadosa de materiales, es importante llevar a cabo una evaluación minuciosa de los distintos tipos de agregados disponibles, considerando tanto sus propiedades físicas como mecánicas. Asimismo, es recomendable establecer criterios claros para la elección del mortero, teniendo en cuenta el desempeño y compatibilidad con los agregados utilizados.

El curado es muy importante sobre todo en lugares donde la temporada de helada es fuerte, se recomienda abrigar bien el espécimen después del curado o almacenar el espécimen en un lugar donde la temperatura sea la adecuada según norma.

Promoción de prácticas sostenibles, es recomendable fomentar el uso de prácticas constructivas sostenibles en la albañilería. Esto implica considerar la utilización de materiales reciclados y de origen local, así como la implementación de técnicas que reduzcan el consumo de recursos naturales y minimicen el impacto ambiental.

Investigación continua, aunque mi investigación proporciona una base sólida de conocimientos, se recomienda seguir investigando en este campo. Explorar otras propiedades relevantes del mortero y los agregados, como la durabilidad ante condiciones ambientales adversas y la resistencia a diferentes tipos de cargas. Además, considera realizar comparaciones con otros tipos de mortero o agregados para obtener una visión más completa y amplia de las opciones disponibles.

Actualización de normativas y estándares de construcción, mantenerse actualizado sobre las últimas actualizaciones en las normativas y estándares de construcción relacionados con la albañilería. Esto ayudará a asegurarte de que tus proyectos cumplan con los requisitos legales y estén alineados con las mejores prácticas de la industria.

## REFERENCIAS

- ALBALADEJO, J. M. 2016. Tecnología de la construcción. Ediciones Paraninfo. [En línea]. Disponible en: <https://www.tecnologia-construccion-paraninfo.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- ÁLVAREZ-GAYOU, J. L. 2010. Cómo hacer investigación cualitativa. Paidós. [En línea]. Disponible en: <https://www.como-hacer-investigacion-cualitativa.com> [Consulta: 5 de abril 2023].
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2010. Building Code Requirements for Masonry Structures (ACI 530-10) and Specification for Masonry Structures (ACI 530.1-10). Farmington Hills, MI, USA. Disponible en: <https://www.aci-masonry-standards.org> [Consulta: 3 de abril 2023].
- ÁRIAS, F. 2012. El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Episteme. [En línea]. Disponible en: <https://www.el-proyecto-investigacion-episteme.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- ASTM International. 2018. ASTM D6913/D6913M-17, Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis. ASTM International. [En línea]. Disponible en: <https://www.astm-international.org/d6913-d6913m-17> [Consulta: 3 de abril 2023].
- BABBIE, E. R. 2016. The practice of social research. Cengage Learning. [En línea]. Disponible en: <https://www.practice-social-research.com> [Consulta: Consulta: 20 de abril 2023].
- BRYMAN, A. 2016. Social research methods. Oxford University Press. [En línea]. Disponible en: <https://www.social-research-methods-oxford.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- CARRILLO, J., PÉREZ, L., & HERNANDEZ, S. 2020. Comportamiento de muros de albañilería de ladrillo ante cargas verticales. Revista Internacional de Métodos

Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería 2(3), 42-45. [En línea]. Disponible en: <https://www.comportamiento-muros-albanileria.com> [Consulta: 5 de abril 2023].

COHEN, L., MANION, L., & MORRISON, K. 2018. Research methods in education. Routledge. [En línea]. Disponible en: <https://www.research-methods-education.com> [Consulta: 20 de abril 2023].

CONDORI ILAQUITA, Oliver Fernando, 2018. Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con el uso de material de desecho de procesos mineros de la mina la Rinconada como su título del agregado fino. Tesis de pregrado Ingeniero Civil. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Disponible en: Repositorio UANCV [Consulta: 3 de abril 2023].

CRESWELL, J. W. 2014. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approach. Sage publications. [En línea]. Disponible en: <https://www.research-design-qualitative-sage.com> [Consulta: Consulta: 20 de abril 2023].

Evelyn Rosario, Echeverría Garro 2017. Tesis ladrillos de concreto con plástico PET reciclado. Universidad Nacional de Cajamarca. [En línea]. Disponible en: Repositorio UNC [Consulta: 5 de abril 2023].

García-Huerta, J.; Espinoza-Pizarro, I.; Colque, G.; Rodríguez, E. 2017. Análisis de la composición mineralógica y geoquímica de las rocas sedimentarias en la región de Moquegua. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 87(1), 1-10. [En línea]. Disponible en: <https://www.sociedadgeologicaperu.org.pe/analisis-composicion-mineralogica-geoquimica-rocas-sedimentarias-moquegua> [Consulta: 24 de abril 2023].

GARMA, M. S. 2021. Caracterización mecánica del hormigón fabricado con áridos reciclados. Revista de Materiales de Construcción, 71(363), 200-205. [En línea]. Disponible en: <https://www.caracterizacion-hormigon-aridosreciclados.com> [Consulta: 20 de abril 2023].

- GÓMEZ PATRICIO, Edwin Williams, 2018. Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de mampostería. Tesis de pregrado Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: Repositorio UNI [Consulta: 3 de abril 2023].
- GÓMEZ, J. 2023. Calidad de materiales y su influencia en la construcción de Juliaca. Revista de Ingeniería y Construcción, vol. 7, no. 2, pp. 45-59. [En línea]. Disponible en: [<http://repositorio.uancv.edu.pe/Arnaldo>] [Consulta: 7 de marzo de 2023].
- GUADAGNINI, M., & LENCI, S. 2015. Structural analysis of masonry walls: A review. Engineering Structures, (90), 149-175. [En línea]. Disponible en: <https://www.structural-analysis-masonry-walls.com> [Consulta: 3 de abril 2023].
- HAMMERSLEY, M. Y ATKINSON, P. 1995. Ethnography: Principles in Practice. London: Routledge. [En línea]. Disponible en: <https://www.ethnography-principles-routledge.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- HATCH, M. J., & CUNLIFFE, A. L. 2013. Conducting qualitative research. Sage Publications. [En línea]. Disponible en: <https://www.conducting-qualitative-research-sage.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. 2014. Metodología de la investigación (6.a ed.). McGraw-Hill. [En línea]. Disponible en: <https://www.metodologia-investigacion-mcgrawhill.com> [Consulta: 5 de abril 2023].
- HIGUERAS, P., & OYARZÚN, R. 2015. Geoquímica y contaminación por metales pesados en relaves mineros. Revista de la Sociedad Química de México, 59(4), 337-351. [En línea]. Disponible en: <https://www.geoquimica-contaminacion-relaves-mexico.com> [Consulta: 3 de abril 2023].
- INGEMMET. 2021. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Geología Regional, vol. 30, no. 1, pp. 30-32. [En línea]. Disponible en: <https://www.ingemmet.gob.pe/publicaciones/geologia-regional-vol-30-no-1> [Consulta: 1 marzo de 2023].



- INSTITUTO DE RECURSOS MINERALES DE PUNO. 2021. Estudio sobre la minería en Ananea Pampa Blanca, Región de Puno, Perú. San Antonio de Putina, Perú. [En línea]. Disponible en: <https://iimp.org.pe/raiz/provincia-de-puno>. [Consulta: 14 marzo de 2023].
- JOHNSON, A. 2022. Tipo de mortero en la construcción y albañilería. Revista de Ingeniería y Arquitectura, vol. 15, no. 2, pp. 45-60. [En línea]. Disponible en: <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article> [Consulta: 24 de abril 2023].
- JORGENSEN, D. L. 1989. Participant Observation: A Methodology for Human Studies. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. [En línea]. Disponible en: <https://www.participant-observation-sage.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- JOUVE-LOOR, Angie Dayana; ANDRADE-LASTRA, Orlando Andrés; ARECHE-GARCIA, Javier Nicolas. 2021. Mortero con incorporación de fibra de coco y cerámica para acabados interiores de edificaciones. Revista Polo del Conocimiento, vol. 6(4), pp. 315-336. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistapolodelconocimiento.com/mortero-incorporacion-fibra-coco-ceramica-acabados-interiores-edificaciones> [Consulta: 2 de abril 2023].
- KARIM CASTRO, TACUNAN 2018. Adaptado de Scribd ensayo a Compresión Diagonal en Muretes. [En línea]. Disponible en: <https://www.scribdensayo-compresion-diagonal.com> [Consulta: 5 de abril 2023].
- KERLINGER, F. N., & LEE, H. B. 2002. Investigación del comportamiento. México, D.F.: McGraw-Hill. [En línea]. Disponible en: <https://www.investigacion-comportamiento-mcgrawhill.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- KRALJ, A. 2017. Use of recycled bricks in building construction. Construction and Building Materials. [En línea]. Disponible en: <https://www.recycledbricks-construction.com> [Consulta: 3 de abril 2023].
- LEÓN CONSUEGRA, Liset; TORRES FUENTES, Magalys. 2012. Propuesta de mortero para ser utilizado en la reparación y rehabilitación de estructuras. Revista de

Arquitectura e Ingeniería, vol. 1, pp. 1-9. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistaarquitecturayingenieria.com/articulo-mortero-reparacion-rehabilitacion> [Consulta: 12 marzo de 2023].

MARTÍNEZ, C. 2015. Fichas de observación en la investigación cualitativa. Revista de Investigación Social, 20(2), 45-56. [En línea]. Disponible en: <https://www.fichas-observacion-cualitativa.com> [Consulta: 20 de abril 2023].

MARTÍNEZ, E. (2023). Evaluación de la calidad de construcción y riesgos asociados al mal uso del mortero en Juliaca. Journal of Civil Engineering, 9(3), 214-228. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unap.edu.pe/handle> [Consulta: 22 de marzo de 2023].

MEHTA, M., SCARBOROUGH, W. Y ARMPRIEST, D. 2012. Building Construction: Principles, Materials and Systems. Pearson. [En línea]. Disponible en: <https://www.building-construction-principles-pearson.com> [Consulta: 3 de abril 2023].

MEREGILDO MANTILLA, Miguel Efran, 2021. Diseño de mortero con relaves mineros y escoria para edificaciones de mampostería, Trujillo – 2021. Tesis de pregrado Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: Repositorio UCV [Consulta: 3 de abril 2023].

MILES, M. B., HUBERMAN, A. M., & SALDAÑA, J. 2014. Qualitative data analysis: A methods sourcebook. Sage Publications. [En línea]. Disponible en: <https://www.qualitative-data-analysis-sage.com> [Consulta: 20 de abril 2023].

MUCIÑO-VÉLEZ, Alberto; GUILLÉN GUILLÉN, Cesar Armando; TAHUITON-MORA, Antonio; OROZCO-MENDOZA, Eligio. 2022. Influencia de la arena en la resistencia mecánica del mortero empleando diferentes marcas de cemento. CIENCIA ergosum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, vol. 29, no. 1, pp. 23-25. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistacienciaergosum.com/influencia-arena->

resistencia-mecanica-mortero-empleando-marcas-cemento [Consulta: 2 de abril 2023].

MURILLO, J. A. 2008. Investigación aplicada. Boletín Redipe, 2(3), 57-61. [En línea]. Disponible en: <https://www.boletin-redipe-investigacion.com> [Consulta: 5 de abril 2023]

NÚÑEZ, R. E., ALARCÓN, W. H. 2017. Evaluación y análisis ambiental de canteras para agregados pétreos en el Departamento de Boyacá, Colombia. Ingeniería y Desarrollo, (40), 67-89. [En línea]. Disponible en: <https://www.evaluacion-analisis-ambiental-colombia.com> [Consulta: 3 de abril 2023].

OJEDA, Juan Pablo; MERCANTE, Irma Teresa; FAJARDO, Nicolás Horacio 2020. "Diseño y ensayo de fibras plásticas recicladas para refuerzo de mortero." Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 36(1), 55-62. Disponible en: <https://www.revistainternacionalcontaminacionambiental.com/articulo/2020/disenyo-ensayo-fibras-plasticas-recicladas-refuerzo-mortero> [Consulta: 2 de abril 2023].

OLIVA, J., BECERRA, C., GOMEZ, A., Y MUÑOZ, M. 2019. Diseño Experimental en Análisis de datos en investigación científica (pp. 93-125). Escuela de Administración de Negocios. [En línea]. Disponible en: <https://www.disenyo-experimental-analisis-datos.com> [Consulta: 5 de abril 2023].

ORBEGOSO RODRÍGUEZ, Lina Solange y QUEZADA VÁSQUEZ, Yngrid Sulay, 2021. Análisis comparativo del uso de mortero tradicional y mortero predosificado para la reparación de patologías estructurales en la ciudad de Trujillo. Tesis de pregrado Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte. Disponible en: Repositorio UPN [Consulta: 3 de abril 2023].

Padrón, F. 2006. Investigación aplicada: definiciones y antecedentes. Revista de Economía Mundial, (14), 195-207. [En línea]. Disponible en: <https://www.investigacion-aplicada-economia.com> [Consulta: 5 de abril 2023].

PAGINA WEB, Blog hannainst\_mx. Los límites de las mediciones de pH. [En línea]. Disponible en: [https://www.hannainst\\_mx.com/los-limites-de-las-mediciones-de-ph](https://www.hannainst_mx.com/los-limites-de-las-mediciones-de-ph) [Consulta: 20 de junio 2023].

PATIÑO MURILLO, Julián Alberto; GUTIÉRREZ SANDOVAL, Yessenia Carolina; LEAL SANTAFÉ, Jorge Iván; CASTRO MALDONADO, John Jairo; HURTADO FIGUEROA, Oswaldo. 2018. Estudio del comportamiento de muestras de mortero natural sometidas a esfuerzo de compresión. Lámpsakos, no. 20, pp. 22-28. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistalampsakos.com/estudio-comportamiento-muestras-mortero-natural-esfuerzo-compresion> [Consulta: 2 de abril 2023].

PÉREZ, A. (2021). Impacto del vertido de relaves mineros en el distrito de Ananea. Revista de Medio Ambiente y Sostenibilidad, 5(1), 78-91. [En línea]. Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/> [Consulta: 25 de marzo de 2023].

PÉREZ, J. 2010. La ficha de observación como instrumento de investigación educativa. Revista de Investigación Académica, 1(15), 25-36. [En línea]. Disponible en: <https://www.ficha-observacion-investigacion.com> [Consulta: 20 de abril 2023].

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 2018. Cement basics. Disponible en: <https://www.cement.org/cement-concrete-basics> [consulta: 3 de abril 2023].

QUIROZ, Andrés; VARGAS, Manuel. 2017. Técnicas de exploración geofísica aplicadas a la identificación de yacimientos minerales. Revista de Geología y Minería, vol. 4, no. 1, pp. 23-31. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistageologiaymineria.com/exploracion-geofisica-identificacion-yacimientos-minerales> [Consulta: 23 marzo de 2023].

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006. E0.70 Capitulo 5 Resistencia de prismas de albañilería [Norma técnica]. Lima, Perú. [En línea]. Disponible en: RNE Perú [Consulta: 20 de abril 2023].

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006. E0.70 Clasificación para fines estructurales [Norma técnica]. Lima, Perú. Disponible en: RNE [consulta: 3 de abril 2023].
- SÁNCHEZ, L. E., VASQUEZ, J., FERNÁNDEZ, R., & MARTÍN, R. 2019. Seismic performance of adobe walls reinforced with horizontal bamboo elements. *Engineering Structures*, 186, 58-71. [En línea]. Disponible en: <https://www.seismic-performance-adobe-bamboo.com> [Consulta: 5 de abril 2023].
- SERDAR, M. A., YIGIT, A., & TURKEL, S. 2018. Investigation of diagonal compression behavior of rubble masonry walls with different geometries. *Engineering Structures*, 175, 191-201. [En línea]. Disponible en: <https://www.investigation-diagonal-compression.com> [Consulta: 5 de abril 2023].
- SMITH, John. 2021. Avances en la investigación del cambio climático. *Revista de Ciencias Ambientales*, vol. 45, no. 3, pp. 210-225. [En línea]. Disponible en: <https://www.glosarioingenieria.com/resistencia-mecanica> [Consulta: 24 de abril 2023].
- TAYLOR, H. F. W. 2012. *Concrete Technology*. Harlow, England: Pearson Education Limited. [En línea]. Disponible en: <https://www.concrete-technology-pearson.com> [Consulta: 3 de abril 2023].
- UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO. 2017. Código de ética de la Universidad Privada Cesar Vallejo. [En línea]. Disponible en: <https://www.codigo-etica-upcv.com> [Consulta: 20 de abril 2023].
- ZHOU, K., XU, K., WANG, Q., & FANG, Y. 2019. Study on axial compressive performance and load-carrying capacity of precast concrete hollow slab. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.axialcompressive-precastconcreteslab.com> [Consulta: 3 de abril 2023].

**ANEXOS**  
**ANEXO 1:**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título: "Análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero, Pampa Blanca, Juliaca, 2023"

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	<b>VARIABLE 1</b> Resistencia mecánica	Resistencia a compresión axial en pilas	Fuerza Área Compresión	Tipo de investigación: Investigación Aplicada	
¿Cuál es el análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?	Realizar un análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023.	El análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023 existe una diferencia significativa.		Resistencia a compresión diagonal de muretes	$f'm = \frac{P}{A}$	Diseño de la investigación: Experimental puro	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas		Resistencia de la adherencia por cizalle	$v'm = 0.707 * \frac{P}{Ab}$	Enfoque de la investigación: Cuantitativo	
¿Cuál es el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?	Evaluar cuál es el análisis comparativo de las propiedades físico mecánicas del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023.	La resistencia mecánica del mortero de cantera es mayor que la resistencia mecánica del mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023.			$A = \frac{P}{S}$	Población: 250 unidades de albañilería	
¿Cuál es el análisis comparativo de la compresión axial en pilas de albañilería del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?	Evaluar cuál es el análisis comparativo de la compresión axial en pilas de albañilería del mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023.	La resistencia de compresión axial en pilas de albañilería con mortero de cantera es mayor que la resistencia con mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023.		<b>VARIABLE 2</b> Tipo de mortero	Mortero de cantera	Peso Kg Fluidez % PU = g/cm3	15 Pilas MC, 15 Pilas con MRM
¿Cuál es el análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería construidos con mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023?	Evaluar cuál es el análisis comparativo de la resistencia a compresión diagonal de muretes construidos con mortero de cantera y el mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023.	La resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería construidos con mortero de cantera es mayor que la resistencia con mortero con relave minero de la zona minera Pampa Blanca, Juliaca, 2023.				Mortero con relave minero	compresión = Kg/cm2
						Desviación estándar Coeficiente de variación	Técnica: Observación Participante
					PRC = Kg/cm2	Instrumentos: Ficha de recolección de datos	

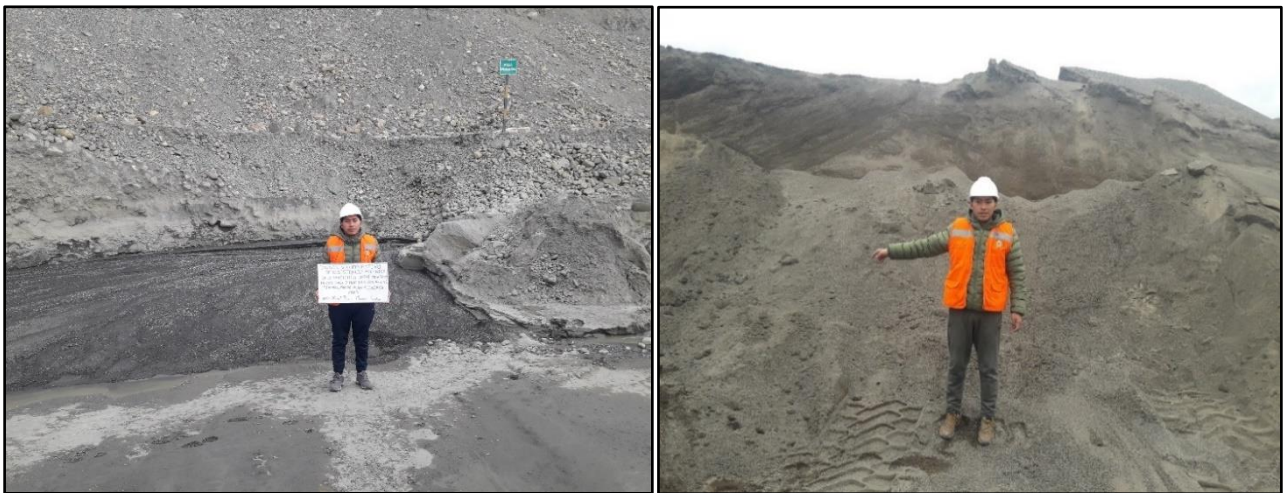
## ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR
V1: Resistencia mecánica	Es la capacidad de un material para soportar una carga aplicada sin deformarse o romperse	Se refiere al a resistencia a la fuerza a compresión soportado sin romperse	Resistencia a compresión axial en pilas, Resistencia a compresión diagonal de muretes, Resistencia de adherencia por cizalle.	Fuerza, Área, Compresión Kg/cm <sup>2</sup>
V2: Tipo de mortero	Es una mezcla de materiales utilizada para unir unidades de mampostería y proporcionar estabilidad y resistencia a la estructura.	Se refiere a los tipos de mortero y sus propiedades físico mecánicas	Mortero de cantera, Mortero con relave minero	Granulometría, Peso Unitario, % Absorción, Análisis químico del relave, Fuerza, Compresión Área

## PANEL FOTOGRAFICO



**Figura 47.** Obtención de muestra de agregado de cantera y relave minero.



**Figura 48.** Obtención de muestras de relave minero y cantera.



**Figura 49.** Preparación de los agregados.





**Figura 50.** Ensayos de granulometría.



**Figura 51.** Ensayos de peso unitario suelto y compactado.



**Figura 52.** Resultados del ensayo de peso unitario suelto y compactado.



**Figura 53.** Resultados del agregado de cantera.



**Figura 54.** Resultados del ensayo de Absorción y peso específico.



**Figura 55.** Tamizado para el ensayo de abrasión de los ángeles.





**Figura 56.** *Peso de los agregados después del tamizado.*



**Figura 57.** *Colocación de muestras en la máquina de ensayo de abrasión de los ángeles.*



**Figura 58.** *Tamizado y lavado de muestras después del ensayo de abrasión.*



**Figura 59.** Resultados finales luego del tamizado.



**Figura 60.** Pesos finales después del lavado abrasión de los ángeles.



**Figura 61.** Preparación y colocación de mezcla para cubos de mortero de 5x5 cm.





**Figura 62.** Compactado y desencofrado de los cubos de mortero de 5x5 cm.



**Figura 63.** Curado de los especímenes para su posterior rotura según edad.



**Figura 64.** Preparación para rotura de los especímenes de 5x5 cm.





**Figura 65.** Ensayo a compresión de los especímenes de 5x5 cm. y visualización de la falla.



**Figura 66.** Elaboración de los especímenes pilas de albañilería de 3 hiladas.



**Figura 67.** Elaboración de pilas de albañilería.





**Figura 68.** Refrendado de las pilas de albañilería antes de su rotura.



**Figura 69.** Ensayo a compresión de las pilas y visualización de las fallas.



**Figura 70.** Fallas de las pilas de albañilería.





**Figura 71.** *Ensayo de adherencia a cizalle y visualización de la falla.*



**Figura 72.** *Falla después del ensayo de adherencia a cizalle.*



**Figura 73.** *Ensayo de compresión diagonal de muretes y visualización de la falla.*



**SOLICITO: AUTORIZACION PARA  
EXTRACCION DE MUESTRA**

**SEÑOR PRESIDENTE DE LA COOPERATIVA MINERA ESTRELLA DE ORO**

Yo: RONAL BARONI MAMANI SÁNCHEZ Identificado con DNI No. 47675279; **Estudiante de la Universidad Cesar Vallejo** domiciliado en Jr. Sucre No 1162 de la ciudad de Juliaca, teléfono 967656995, como parte de mi **investigación** para mi titulación como Ingeniero Civil.

Ante Usted, con el debido respeto me presento y expongo:

Respetuosamente solicito su permiso para utilizar las instalaciones de la **COOPERATIVA MINERA ESTRELLA DE ORO** para la extracción de muestra de relave y realizar un estudio de investigación para ser utilizado como agregado fino para su uso en la construcción en un sistema de Albañilería confinada como mortero.

Este proyecto busca reducir los impactos ambientales asociados con los relaves mineros, al tiempo que mejora la calidad de vida de los comuneros.

Al aprovechar este recurso existente, se evitará la extracción de agregados naturales, contribuyendo a la preservación del medio ambiente. Además, al promover el uso de agregados finos provenientes de relave minero, se fomentará el desarrollo sostenible y beneficiando a la comunidad de Ananea.

Aseguro que se seguirán todas las medidas necesarias para garantizar la seguridad y cumplir con las regulaciones vigentes durante el proceso de extracción y utilización de los materiales.

Adicionalmente, expreso con carácter de **DECLARACIÓN JURADA** que los datos consignados en la presente solicitud son **correctos y completos**.

Se adjunta:

- Copia de DNI
- Bachiller en Ingeniería Civil
- Ficha de matrícula de la Universidad Cesar Vallejo



Fecha: 5/05/2023

Comunicarse con  
Cel: 931090372

Ronal Baroni Mamani Sánchez  
Firma  
DNI: 47675279



**COOPERATIVA MINERA**  
**ESTRELLA DE ORO DE ANANEA LTDA.**  
RUC. 20406463614



**CONSTANCIA DE EXTRACCION DE MUESTRA**

**EL QUE SUSCRIBE, EL INGENIERO DE SEGURIDAD SALUD OCUPACIONAL, DE LA COOPERATIVA MINERA ESTRELLA DE ORO - ANANEA**

**CONSTA:**

Que, La señor: **RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ**, Identificado con N° DNI 47675279 Bachiller en ing. Civil de la Universidad Cesar Vallejo ha extraído muestras de relave para su posterior estudio de investigación (realización de tesis) el relave extraído sería utilizado como agregado fino en el área de construcción de albañilería confinada según los resultados obtenidos de laboratorio, es por ello la **Cooperativa Minera Estrella de oro - Ananea** ha facilitado el ingreso y su extracción de muestras de la poza desarenadora de la cooperativa minera en el mes de junio del presente año, el cual ha sido solicitado por el bachiller bajo un documento en donde adjunto su copia de DNI, Bachiller de ing. Civil y ficha de matrícula de la universidad Cesar vallejo.

Se le expide el presente CONSTANCIA, legalmente de acuerdo a las normas para los fines que vea por conveniente.

Ananea, 13 de junio del 2023

Atentamente.



DIRECCIÓN: JR. HÉROES DEL PACÍFICO S/N / ANANEA - SAN ANTONIO DE PUTINA - PUNO





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

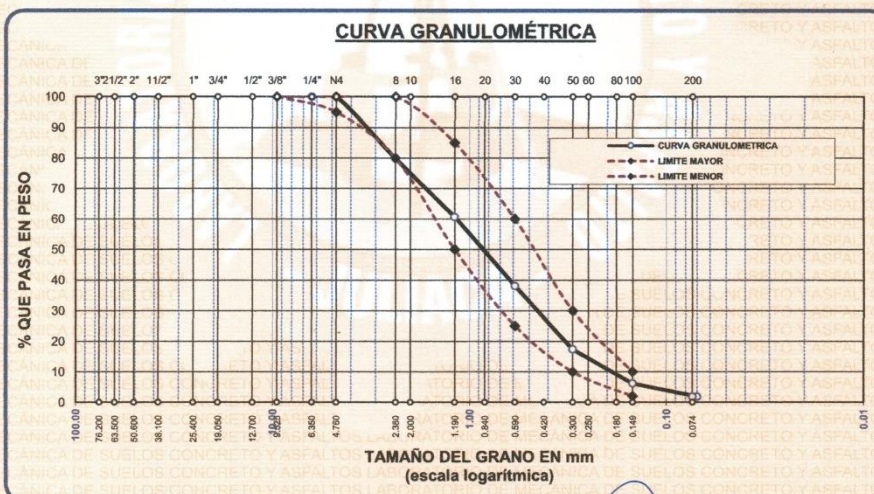


## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**CANTERA** : ARENA DE CANTERA  
**LUGAR** : PLANTA CHANCADORA JESERVI - JULIACA  
**FECHA** : 29 DE MAYO DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.98
No8	2.380	100.65	20.13	20.13	79.87		
No10	2.000						
No16	1.190	96.06	19.21	39.34	60.66	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	113.13	22.63	61.97	38.03	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	103.30	20.66	82.63	17.37	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	56.07	11.21	93.84	6.16	2-10%	
No200	0.074	21.57	4.31	98.16	1.84		
BASE		9.22	1.84	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		1.84					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



JANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Mtro. José Antonio Paredes Werr  
 CIP 92794

B. N° 006-258757





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



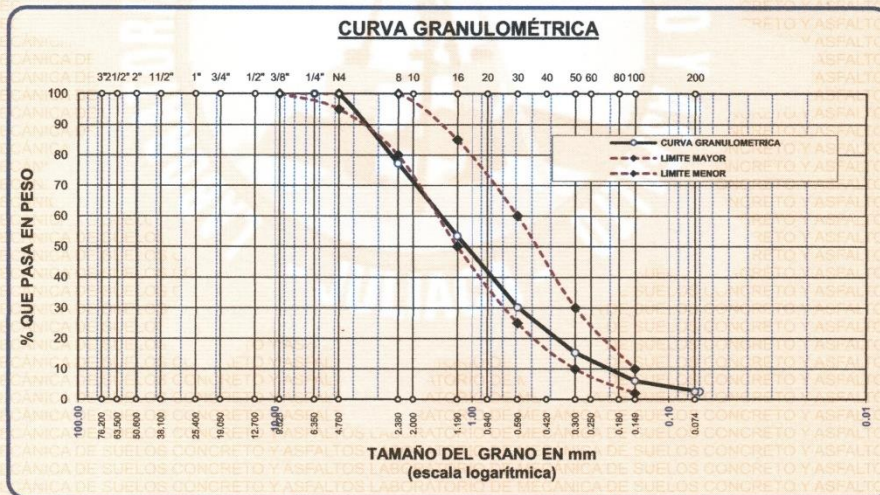
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**CANTERA** : RELAVE - PAMPA BLANCA  
**LUGAR** : COOPERATIVA MINERA ESTRELLA DE ORO ANANEA - PAMPABLANCA  
**FECHA** : 29 DE MAYO DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 3.18
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	
No8	2.380	113.74	22.75	22.75	77.25		
No10	2.000						
No16	1.190	119.12	23.82	46.57	53.43	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	116.58	23.32	69.89	30.11	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	73.92	14.78	84.67	15.33	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	46.32	9.26	93.94	6.06	2-10%	
No200	0.074	17.69	3.54	97.47	2.53		
BASE		12.63	2.53	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		2.53					

OBSERVACIONES:



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UANCY - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL

Mtro. José Antonio Parodi Méndez  
 CIP: 027714

B. N° 006-258757





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**MUESTRA** : ARENA DE CANTERA  
**CANTERA** : PLANTA CHANCADORA JESERVI - JULIACA  
**FECHA** : 29 DE MAYO DEL 2023

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA - CANTERA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro		
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 487.45	
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00	
N° 8	100.65	20.13	20.13	79.87	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1310.15	
N° 16	96.06	19.21	39.34	60.66	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1621.11	
N° 30	113.13	22.63	61.97	38.03	<b>PESO ESPECÍFICO</b>		
N° 50	103.30	20.66	82.63	17.37	Wc+B =	1810	
N° 100	56.07	11.21	93.84	6.16	Wc+B-W =	189	
N° 200	21.57	4.31	98.16	1.84	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 2.64 gr/cm <sup>3</sup>	
FONDO	9.22	1.84	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>		
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	B-A =	12.55
MF = MÓDULO DE FINEZA							2.57 %

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



JIANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 82794

B. N° 006-258757





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**MUESTRA** : RELAVE - PAMPA BLANCA  
**LUGAR** : COOPERATIVA MINERA ESTRELLA DE ORO ANANEA - PAMPABLANCA  
**FECHA** : 29 DE MAYO DEL 2023

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA - RELAVE

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro		
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A -Peso de muestra secada al horno	488.01	
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	
N° 8	113.74	22.75	22.75	77.25	Wc -Peso del picnómetro con agua	1310.15	
N° 16	119.12	23.82	46.57	53.43	W -Peso del Pic. + muestra + agua	1622.16	
N° 30	116.58	23.32	69.89	30.11	<b>PESO ESPECÍFICO</b>		
N° 50	73.92	14.78	84.67	15.33	Wc+B =	1810	
N° 100	46.32	9.26	93.94	6.06	Wc+B-W =	188	
N° 200	17.69	3.54	97.47	2.53	Pe = $\frac{B}{Wc+B-W}$	= 2.66 gr/cm3	
FONDO	12.63	2.53	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>		
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	B-A =	11.99
<b>Mf = MÓDULO DE FINEZA</b>							2.46 %
			<b>3.18</b>				

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCY J. FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgtr. José Antonio Paredes Wer.  
 CIR 62754

B. N° 006-258757





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**CANTERA** : RELAVE - PAMPA BLANCA  
**LUGAR** : COOPERATIVA MINERA ESTRELLA DE ORO ANANEA - PAMPABLANCA  
**FECHA** : 29 DE MAYO DEL 2023

### DENSIDAD MÍNIMA (RELAVE)

PESO DEL MOLDE	5625 gr	5625 gr	5625 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9148.00 gr	9123.00 gr	9132.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3523.00 gr	3498.00 gr	3507.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.645 gr/cm <sup>3</sup>	1.634 gr/cm <sup>3</sup>	1.638 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.639 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MÁXIMA (RELAVE)

PESO DEL MOLDE	5625 gr	5625 gr	5625 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9536.00 gr	9531.00 gr	9512.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3911.00 gr	3906.00 gr	3887.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.827 gr/cm <sup>3</sup>	1.824 gr/cm <sup>3</sup>	1.815 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.822 gr/cm <sup>3</sup>	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



JANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Parades Vera  
 CIP 62794

B. N° 006-258757





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**CANTERA** : ARENA DE CANTERA  
**LUGAR** : PLANTA CHANCADORA JESERVI - JULIACA  
**FECHA** : 29 DE MAYO DEL 2023

### DENSIDAD MÍNIMA (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5625 gr	5625 gr	5625 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9148.00 gr	9123.00 gr	9132.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3523.00 gr	3498.00 gr	3507.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.645 gr/cm <sup>3</sup>	1.634 gr/cm <sup>3</sup>	1.638 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.639 gr/cm <sup>3</sup>	

### DENSIDAD MÁXIMA (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5625 gr	5625 gr	5625 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>	2141 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9536.00 gr	9531.00 gr	9512.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3911.00 gr	3906.00 gr	3887.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.827 gr/cm <sup>3</sup>	1.824 gr/cm <sup>3</sup>	1.815 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO		1.822 gr/cm <sup>3</sup>	

**OBSERVACIONES:** LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



LIANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

B. N° 006-258757





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ÁNGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**MUESTRA** : ARENA - CANTERA  
**LUGAR** : PLANTA CHANCADORA JESERVI - JULIACA  
**FECHA** : 27 DE MAYO DEL 2023

**TIPO DE AGREGADO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 6 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12:**  $W_f = 3733$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12:**  $= 1267$  gr.

**PORCENTAJE DE PÉRDIDA:**  $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$   
 $De = 25.34$  %

**OBSERVACIONES:**

- \* GRADACIÓN : "D", MALLA N° 4 - N°8 = 5000 gr.
- \* TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE 74.66 % Y PÉRDIDA DE : 25.34 %
- \* NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Migr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

B. N° 006-258757





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ÁNGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**MUESTRA** : RELAVE MINERO  
**LUGAR** : COOPERATIVA MINERA ESTRELLA DE ORO ANAÑEA - PAMPABLANCA  
**FECHA** : 27 DE MAYO DEL 2023

**TIPO DE AGREGADO:** FINO:  GRUESO:  OTROS:

**MUESTRA OBTENIDA POR:** CUARTEO:  DIVISOR DE MUESTRAS:

**NUMERO DE REVOLUCIONES:** 500  1000

**CARGA ABRASIVA:** 5 ESFERAS

**PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA:**  $W_i = 5000$  gr.

**PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12:**  $W_f = 3808$  gr.

**PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12:**  $= 1192$  gr.

**PORCENTAJE DE PÉRDIDA:**  $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$   
 $De = 23.84$  %

**OBSERVACIONES:**

- \* GRADACIÓN : "D", MALLA N° 4 - N°8= 5000 gr.
- \* TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE 76.16 % Y PÉRDIDA DE : 23.84 %
- \* NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131



JUANCY FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

B. N° 006-258757

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: MUESTRA DE RELAVE ANANEA

PROCEDENCIA : ANANEA  
INTERESADO : RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
MOTIVO :  
FECHA DE MUESTREO : 27/062023 (por el interesado)  
FECHA DE ANALISIS : 28/06/2023.

CARACTERÍSTICAS FISICOS:

pH		4.40
C.E.	mS/cm	0.15

ANALIS FISICO- QUIMICO:

Nitrógeno total	%	0.07
Potasio disponible	ppm	78
Materia orgánica	%	0.90
Aluminio	me/100g suelo	1.80

ANALISIS METALES PESADOS

Arsénico	mg/kg	138.80
Cadmio	mg/kg	0.90
Mercurio	mg/kg	0.15
Plomo	mg/kg	60.00



*Evaristo Mamani Mamani*  
D- Sc. Evaristo Mamani Mamani.  
JEFE DE LABORATORIO DE  
SUELOS Y AGUAS.





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS**  
 NTP 334.051

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERIA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"

**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ

**AGREGADO** : RELAVE MINERO

**MUESTRA** : CUBOS DE MORTERO (5.00 cm X 5.00 cm X 5.00 cm )

**FECHA** : 25 DE JUNIO DEL 2023

EDAD : 7 DIAS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA cm2	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm2
	LARGO	ALTURA	ANCHO						
1	5.06 X	4.95 X	5.00 cm.	26/05/2023	02/06/2023	7	25.30	3900	154.15
	M-1 - RELAVE								
2	5.20 X	5.06 X	5.20 cm.	26/05/2023	02/06/2023	7	27.04	4220	156.07
	M-2 - RELAVE								
3	5.06 X	5.06 X	5.06 cm.	26/05/2023	02/06/2023	7	25.60	4020	157.01
	M-3 - RELAVE								

**Promedio ( f'c/cm2 ) 155.74**

EDAD : 14 DIAS

1	5.10 X	5.00 X	5.06 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	25.81	4310	167.02
	M-1 - RELAVE								
2	5.06 X	4.95 X	5.02 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	25.40	4070	160.23
	M-2 - RELAVE								
3	5.06 X	5.09 X	5.20 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	26.31	4410	167.60
	M-3 - RELAVE								
4	5.06 X	5.08 X	5.06 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	25.60	4260	166.38
	M-4 - RELAVE								
5	5.10 X	5.10 X	5.20 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	26.52	4530	170.81
	M-5 - RELAVE								

**Promedio ( f'c/cm2 ) 166.41**

EDAD : 28 DIAS

1	5.00 X	5.01 X	5.04 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.20	4350	172.62
	M-1 - RELAVE								
2	5.05 X	5.03 X	5.01 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.30	4450	175.89
	M-2 - RELAVE								
3	5.02 X	5.05 X	5.00 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.10	4380	174.50
	M-3 - RELAVE								
4	5.02 X	5.07 X	5.04 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.30	4400	173.91
	M-4 - RELAVE								
5	5.03 X	5.05 X	5.03 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.30	4390	173.51
	M-5 - RELAVE								
6	5.03 X	5.04 X	5.06 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.45	4410	173.27
	M-6 - RELAVE								

**Promedio ( f'c/cm2 ) 173.95**

**OBSERVACIONES :**

\* LA MUESTRA FUE PUESTA EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

\* LA PROPORCIÓN DEL MORTERO FUE DE 1:4, A/C 0.7



UANCY - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

B. N° 006-292924





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS**  
NTP 334.051

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERIA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"

**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ

**AGREGADO** : ARENA DE CANTERA

**MUESTRA** : CUBOS DE MORTERO (5.00 cm X 5.00 cm X 5.00 cm)

**FECHA** : 23 DE JUNIO DEL 2023

EDAD : 7 DIAS

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	AREA cm <sup>2</sup>	CARGA kg.	ESF. DE ROTURA kg/cm <sup>2</sup>
	LARGO	ALTURA	ANCHO						
1	5.10	X 4.95	X 4.90 cm.	26/05/2023	02/06/2023	7	24.99	3320	132.85
	M-1 - CANTERA								
2	4.95	X 5.96	X 5.00 cm.	26/05/2023	02/06/2023	7	24.75	3350	135.35
	M-2 - CANTERA								
3	4.84	X 5.96	X 4.83 cm.	26/05/2023	02/06/2023	7	23.38	3160	135.17
	M-3 - CANTERA								
<b>Promedio ( f'c/cm<sup>2</sup> )</b>									<b>134.46</b>

EDAD : 14 DIAS

1	5.06	X 5.00	X 4.82 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	24.39	3470	142.28
	M-1 - CANTERA								
2	5.06	X 4.90	X 4.80 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	24.29	3460	142.46
	M-2 - CANTERA								
3	5.06	X 4.95	X 4.80 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	24.29	3451	142.09
	M-3 - CANTERA								
4	4.90	X 4.87	X 4.70 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	23.03	3210	139.38
	M-4 - CANTERA								
5	4.80	X 4.88	X 4.90 cm.	26/05/2023	09/06/2023	14	23.52	3260	138.61
	M-5 - CANTERA								
<b>Promedio ( f'c/cm<sup>2</sup> )</b>									<b>140.96</b>

EDAD : 28 DIAS

1	5.00	X 5.01	X 5.00 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.00	4040	161.60
	M-1 - CANTERA								
2	5.00	X 5.03	X 5.00 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.00	4000	160.00
	M-2 - CANTERA								
3	5.00	X 5.05	X 5.00 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.00	4110	164.40
	M-3 - CANTERA								
4	4.90	X 5.07	X 5.00 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	24.50	3950	161.22
	M-4 - CANTERA								
5	5.00	X 5.03	X 5.00 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	25.00	4040	161.60
	M-5 - CANTERA								
6	5.00	X 5.06	X 4.95 cm.	26/05/2023	23/06/2023	28	24.75	4020	162.42
	M-6 - CANTERA								
<b>Promedio ( f'c/cm<sup>2</sup> )</b>									<b>161.87</b>

**OBSERVACIONES :**

\* LA MUESTRA FUE PUESTA EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

\* LA PROPORCIÓN DEL MORTERO FUE DE 1.4, A/C 0.7



UANCV - FICP  
CAP INGENIERIA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

B. N° 006-292924





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILA DE LADRILLO NORMA (NTP 339.605)

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**MORTERO** : ARENA DE CANTERA - PROPORCIÓN 1:4 A/C 0.7  
**MUESTRA** : LADRILLO DIAMANTE KING KONG - (24.00 cm X 14.00 cm X 10.00 cm )  
**FECHA** : 23 DE JUNIO DEL 2023

### EDAD 14 DIAS

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE REFRENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f'm (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f'm CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)									
1	LADRILLO KING KONG PRISMA - 1	23.80	14.00	32.00	26/05/2023	09/06/2023	14	2.29	0.77	333.20	24700	74.13	57.08
2	LADRILLO KING KONG PRISMA - 2	24.30	14.30	31.70	26/05/2023	09/06/2023	14	2.22	0.76	347.49	25920	74.59	56.69
3	LADRILLO KING KONG PRISMA - 3	23.70	13.60	31.70	26/05/2023	09/06/2023	14	2.33	0.78	322.32	22150	68.72	53.80

### EDAD 21 DIAS

1	LADRILLO KING KONG PRISMA - 1	24.00	13.70	32.30	26/05/2023	16/06/2023	21	2.36	0.78	328.80	29860	90.82	70.84
2	LADRILLO KING KONG PRISMA - 2	24.30	14.00	32.10	26/05/2023	16/06/2023	21	2.29	0.77	340.20	29930	87.98	67.74
3	LADRILLO KING KONG PRISMA - 3	24.30	14.30	31.90	26/05/2023	16/06/2023	21	2.23	0.76	347.49	31910	91.83	69.8

### EDAD 28 DIAS

1	LADRILLO KING KONG PRISMA - 1	24.00	13.70	32.00	26/05/2023	23/06/2023	28	2.34	0.78	328.80	30210	91.88	71.67
2	LADRILLO KING KONG PRISMA - 2	23.80	13.80	31.80	26/05/2023	23/06/2023	28	2.30	0.77	328.44	30170	91.86	70.73
3	LADRILLO KING KONG PRISMA - 3	24.00	13.90	31.80	26/05/2023	23/06/2023	28	2.29	0.77	333.60	31120	93.29	71.83

### Observaciones

- EL LADRILLO FUE PUESTO EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- LA PILA DE ALBAÑILERÍA FUE CAPEADA EN AMBOS LADOS.
- SE UTILIZÓ UNA PROPORCIÓN DE MEZCLA DE MORTERO DE 1 (CEMENTO), 4 (ARENA) POR INDICACIÓN DEL SOLICITANTE.



JANCY FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mtro. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILA DE LADRILLO NORMA (NTP 339.605)

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"  
**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ  
**MORTERO** : RELAVE MINERO - PROPORCIÓN 1:4 A/C 0.7  
**MUESTRA** : LADRILLO DIAMANTE KING KONG - (24.00 cm X 14.00 cm X 10.00 cm )  
**FECHA** : 23 DE JUNIO DEL 2023

### EDAD 14 DIAS

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE REFRENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	CARGA f m (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA f m CORREGIDO (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)									
1	LADRILLO KING KONG PRISMA - 1	24.05	14.02	31.92	26/05/2023	09/06/2023	14	2.28	0.77	337.18	24560	72.84	56.09
2	LADRILLO KING KONG PRISMA - 2	24.28	14.18	32.03	26/05/2023	09/06/2023	14	2.26	0.77	344.29	25600	74.36	57.25
3	LADRILLO KING KONG PRISMA - 3	24.08	13.92	32.05	26/05/2023	09/06/2023	14	2.30	0.77	335.19	24880	74.23	57.15

### EDAD 21 DIAS

1	LADRILLO KING KONG PRISMA - 1	23.71	13.62	32.31	26/05/2023	16/06/2023	21	2.37	0.78	322.93	28360	87.82	68.50
2	LADRILLO KING KONG PRISMA - 2	24.29	14.20	32.13	26/05/2023	16/06/2023	21	2.26	0.77	344.92	32000	92.78	71.44
3	LADRILLO KING KONG PRISMA - 3	23.76	13.92	32.27	26/05/2023	16/06/2023	21	2.32	0.77	330.74	30790	93.09	71.7

### EDAD 28 DIAS

1	LADRILLO KING KONG PRISMA - 1	23.72	13.72	31.93	26/05/2023	23/06/2023	28	2.33	0.78	325.44	30490	93.69	73.08
2	LADRILLO KING KONG PRISMA - 2	24.02	13.75	32.12	26/05/2023	23/06/2023	28	2.34	0.78	330.28	31500	95.38	74.39
3	LADRILLO KING KONG PRISMA - 3	24.22	14.18	32.28	26/05/2023	23/06/2023	28	2.28	0.77	343.44	33210	96.70	74.46

### Observaciones

- EL LADRILLO FUE PUESTO EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- LA PILA DE ALBAÑILERÍA FUE CAPEADA EN AMBOS LADOS.
- SE UTILIZO UNA PROPORCION DE MEZCLA DE MORTERO DE 1 (CEMENTO), 4 (ARENA) POR INDICACION DEL SOLICITANTE.



UANGV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgt. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ADHERENCIA

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"

**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ

**MORTERO** : RELAVE MINERO - PROPORCIÓN 1:4 A/C 0.7

**MUESTRA** : LADRILLO DIAMANTE KING KONG ( 24.00 cm X 14.00 cm X 10.00 cm )

**FECHA** : 23 DE JUNIO DEL 2023

### EDAD 14 DIAS

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE REFRENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 1	24.04	X 14.05	X 32.03	26/05/2023	09/06/2023	14	450.02	1550	3.44
2	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 2	24.18	X 13.93	X 32.18	26/05/2023	09/06/2023	14	448.27	1594	3.56
3	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 3	23.92	X 14.22	X 32.37	26/05/2023	09/06/2023	14	460.30	1686	3.66

### EDAD 28 DIAS

1	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 1	24.17	X 14.01	X 32.10	26/05/2023	23/06/2023	28	449.72	2068	4.60
2	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 2	23.82	X 14.20	X 31.92	26/05/2023	23/06/2023	28	453.26	2022	4.46
3	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 3	23.73	X 14.31	X 31.75	26/05/2023	23/06/2023	28	454.34	2091	4.60

- 1 EL LADRILLO FUE PUESTO EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2 LA PROPORCIÓN DEL MORTERO FUE DE 1:4, A/C 0.7

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL

*[Firma]*  
 Mtro. José Antonio Paredas Vera  
 CIP 62784





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ADHERENCIA

**TESIS** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA MECÁNICA EN ALBAÑILERÍA ENTRE MORTERO DE CANTERA Y MORTERO CON RELAVE MINERO, PAMPA BLANCA, JULIACA, 2023"

**SOLICITANTE** : Bach. RONAL BARONI MAMANI SANCHEZ

**MORTERO** : ARENA DE CANTERA - PROPORCIÓN 1:4 A/C 0.7

**MUESTRA** : LADRILLO DIAMANTE KING KONG ( 24.00 cm X 14.00 cm X 10.00 cm )

**FECHA** : 23 DE JUNIO DEL 2023

### EDAD 14 DIAS

N°	MATERIA PRIMA	DIMENSIONAMIENTO PROMEDIO DE LA PILA			FECHA DE REFRENTADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD DIAS	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg.)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)						
1	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 1	24.00	14.00	31.82	26/05/2023	09/06/2023	14	445.48	1592	3.57
2	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 2	24.10	14.21	31.93	26/05/2023	09/06/2023	14	453.73	1707	3.76
3	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 3	23.93	14.23	32.10	26/05/2023	09/06/2023	14	456.78	1425	3.12

### EDAD 28 DIAS

1	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 1	24.03	14.02	31.90	26/05/2023	23/06/2023	28	447.24	1886	4.22
2	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 2	24.23	13.98	32.02	26/05/2023	23/06/2023	28	447.64	1987	4.44
3	LADRILLO KING KONG DIAMANTE PRISMA - 3	23.83	14.18	32.22	26/05/2023	23/06/2023	28	456.88	2010	4.40

- 1 EL LADRILLO FUE PUESTO EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.
- 2 LA PROPORCIÓN DEL MORTERO FUE DE 1:4, A/C 0.7



UANCV - RIPC  
 CAP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. José Antonio Paredes Vare  
 OIP 62794





UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS

FINES DE ESTUDIO	: Ensayos realizados con fines académicos de investigación		
UBICACIÓN	: Distrito de Juliaca		
SOLICITANTE(S)	: Ronal Baroni Mamani Sanchez		
	: -----		
	: -----		
RESPONSABLE DE LAB.	: Ing. Ronal Pari Mamani		
PERSONAL DE LAB.	: Bach. Wildo Supo Gutierrez	Fecha	: 11/07/2023

<b>ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA</b>	Murete de albañilería ladrillo KK 18 huecos, con espesor de 14cm (soga)
NTP 339.621	

Detalle:	Agregado utilizado para el mortero: cantera "Planta Jeservi - Juliaca"					
ÍTEM	MUESTRA	EDAD (dias)	ESPESOR MORTERO (cm)	LONGITUD DIAGONAL (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KN)
1	M_01	28	1.5	84.9	3600	57.71
2	M_02	28	1.5	84.9	3600	62.62
3	M_03	28	1.5	84.9	3600	61.37

Detalle:	Agregado utilizado para el mortero: cantera relave minero "Cooperativa Minera Estrella de Oro, Ananca - Pampa Blanca"					
ÍTEM	MUESTRA	EDAD (dias)	ESPESOR MORTERO (cm)	LONGITUD DIAGONAL (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (KN)
1	M_01	28	1.5	84.9	3600	78.29
2	M_02	28	1.5	84.9	3600	77.05
3	M_03	28	1.5	84.9	3600	81.65

\* Las muestras fueron entregadas en el laboratorio por los solicitantes con la respectiva descripción de la fecha de ensayo

\*\* Las muestras fueron ensayadas en presencia del solicitante

LABORATORIO DE ESTRUCTURAS  
UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN  
INGENIERO CIVIL  
CIP 269727



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Análisis comparativo de resistencia mecánica en albañilería entre mortero de cantera y mortero con relave minero, Pampa Blanca, Juliaca, 2023", cuyo autor es MAMANI SANCHEZ RONAL BARONI, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 06 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VARGAS CHACALTANA LUIS ALBERTO <b>DNI:</b> 09389936 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 06- 12-2023 16:27:17

Código documento Trilce: TRI - 0686057