

# Analysis of the Mechanical Properties of a Mortar Made with Type, ICo and Ms Cements

Chuquiruna Miranda, Leydy Verónica<sup>1</sup>, Bustamante Ortiz Marlon Smith.<sup>2</sup>, and Carrion Rabanal Katia Nataly, Mg<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, N00303219@upn.pe, Katia.carrion@upn.edu.pe.

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú, N00291481@upn.edu.pe.

**Abstract:** *The objective of this research is to determine the mechanical properties of the different mortars manufactured with two types of cement: Pacasmayo cement (extra forte-ICo) and anti-saltpeter cement (MS). For this purpose, granulometry, density and absorption tests were carried out on the fine aggregate obtained from the Bazán quarry, in addition to flexural and compression resistance tests on 24 units of mortar. The maximum loads and stresses supported by the 6 mortar samples made with anti-saltpeter cement type MS and the other 6 with extra strong type ICo were found, as well as the flexural resistances of the 6 mortar samples made with anti-salt cement. -saltpeter type MS and 6 with extra strong type ICo. Finally, it could be observed that the mortar containing MS type cement supported a greater compression and flexural stress compared to the mortar made with ICo type cement.*

**Keywords:** *Mortar, test, compression, bending, standards.*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).

**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).

**DO NOT REMOVE**

# Análisis de las Propiedades Mecánicas de un Mortero Elaborado con Cementos tipo, ICo y Ms

Chuquiruna Miranda, Leydy Verónica<sup>1</sup>, Bustamante Ortiz Marlon Smith.<sup>2</sup>, and Carrion Rabanal Katia Nataly, Mg<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, N00303219@upn.pe, Katia.carrion@upn.edu.pe.

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú, N00291481@upn.edu.pe.

**Resumen:** El objetivo de la presente investigación, es determinar las propiedades mecánicas de los distintos morteros fabricados con dos tipos de cemento: cemento Pacasmayo (extra fuerte- ICo) y cemento anti salitre (MS). Para ello se realizaron ensayos de granulometría, densidad y absorción del agregado fino obtenido de la cantera Bazán, además de ensayos de resistencia a la flexión y compresión de 24 unidades de morteros. Se hallaron las cargas máximas y esfuerzos soportados por las 6 muestras de mortero hechas con cemento anti-salitre tipo MS y las otras 6 con extra fuerte tipo ICo, así como también las resistencias a la flexión de las 6 muestras de mortero hechas con cemento anti-salitre tipo MS y 6 con extra fuerte tipo ICo. Finalmente, se pudo observar que el mortero que contiene cemento tipo MS soportó un mayor esfuerzo a la compresión y flexión en comparación al mortero hecho con cemento tipo ICo.

**Palabras clave:** Mortero, ensayo, compresión, flexión, normas.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años a nivel mundial se ha incrementado la construcción de edificaciones, así como también la informalidad. Por ende, se ha observado constantes fallas y colapsos en las edificaciones de viviendas ante los desastres naturales. El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo debido a su extraordinaria versatilidad en forma, función, usos estructurales y no estructurales. Por lo tanto, es necesario estudiar el comportamiento y las características del concreto.

En Perú el sector de la construcción es el que más crecimiento ha tenido, lo cual implica mejorar los métodos, técnicas y materiales para que así se siga desarrollando de manera más productiva y eficiente, siendo más exigentes con el control de calidad. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el Censo Nacional 2017 XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, en el cual se observa un incremento en la construcción de viviendas con paredes de ladrillo o bloques de cemento lo cual representan un avance importante para el país, según estos datos estadísticos 4 millones 298 mil 274 peruanos tienen este tipo de edificaciones; lo que representa un porcentaje de 55,8% de viviendas en nuestro país, que tienen en sus paredes exteriores como material predominante al ladrillo o bloque de cemento. [1].

El concreto es un material que ha permitido un invaluable avance de las técnicas constructivas gracias a los niveles de resistencias alcanzados, ya que dicho material ha mostrado que, siendo trabajado bajo condiciones técnicas adecuadamente controladas, es un material de gran durabilidad.

El mortero de cemento por su parte es un material de construcción obtenido al mezclar arena y agua con cemento, que actúa como conglomerante, que sirven para aparejar elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón. El comportamiento del concreto y mortero se estudia principalmente para determinar el diseño de la mezcla, esta se define como el proceso de selección de los componentes correctos [2].

En la tesis “Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo Chema 3 utilizando cemento Pacasmayo tipo I y cemento Inka ultra resistente ICo”, se estudió la influencia del aditivo Chema en la resistencia a la compresión en distintas edades del concreto. Asimismo, utilizó agregados de la cantera la Banda; los resultados del concreto con cemento Pacasmayo tipo I fueron de que a los 7 días la resistencia promedio del concreto fue de 261.67 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se registró un-310.16kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 348.60 kg/cm<sup>2</sup>. [3]

El propósito de la presente investigación, es conocer y recopilar información sobre, características, propiedades mecánicas del mortero con dos tipos de cemento ya que es el método más utilizado en la construcción de edificaciones. El objetivo es determinar las propiedades mecánicas de los distintos morteros fabricados con diferentes tipos de cemento: Cemento Pacasmayo (Extra fuerte- ICo) y cemento anti salitre (MS). Para ello se realizarán ensayos de resistencia a la compresión y flexión de las muestras hechas en el laboratorio [4].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1. Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Para realizar el análisis granulométrico de agregado fino se siguió la norma N.T.P 400.037, en primer lugar, la arena obtenida fue de río (la cual se obtuvo de la cantera Bazán). A continuación, se presenta una descripción breve del

procedimiento realizado, la muestra usada fue de 1000 gr, la cual fue secada previamente en el horno para eliminar la humedad y luego tamizarla por una serie de tamices colocados en orden N°4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200, se agitó de manera manual por 10 min, finalmente se pesó y registró los valores retenidos, esto sirvió para obtener la curva granulométrica y el módulo de finura teniendo como resultado 2,9, el cual es un valor correcto, según lo establecido por la N.T.P 400.037 cuya recomendación para este valor está entre 2,3 y 3,1. Además se verificó el cumplimiento de los husos granulométricos.

## 2. Densidad relativa del Agregado Fino

Para calcular la densidad relativa (Gravedad específica) y grado de absorción de la arena se siguió a detalle la N.T.P 400.022, este ensayo proporcionó la información de la densidad y la capacidad de retención del agua de agregado fino lo cual es importante para el diseño de morteros.

A continuación, se presenta una descripción breve del procedimiento realizado para este ensayo. Para la obtención del peso saturado superficialmente seco (SSS), se sumerge la arena en agua por un periodo de 24h, pasado este tiempo se decanta el agua dejando solamente la arena en condición saturada, esta arena se la extenderá sobre una superficie lisa y se procederá a secar de manera controlada con la ayuda de una secadora, realizando a la par la prueba del cono de Absorción que consiste en llenar el cono con la arena desecada y compactar con el pisón 25 veces, finalmente se verifica si la arena se disgrega levemente, siendo este el indicador de la condición saturada superficialmente seca de la arena. Posteriormente a la obtención del estado SSS, se realizó el procedimiento gravimétrico que este ensayo solicita. El cual consiste en colocar 500 gr de la arena en condición saturada superficialmente seca en el picnómetro y completar con agua hasta llegar a la marca de calibración, se procede a agitar el picnómetro más el agua y la muestra de manera manual, para extraer los vacíos existentes, después de extraer el aire del picnómetro se obtuvo el peso de la arena más el frasco y agua y el peso del frasco lleno de agua hasta marca de calibración, finalmente se extrajo la muestra de agregado fino del picnómetro en una tara y se coloca en el horno por 24h, esto permitió calcular el peso seco de la arena, y con todos los datos obtenidos durante el ensayo se obtuvo el peso específico y grado de absorción de la arena [5].

## 3. Diseño de Mezcla

Para realizar el diseño de mezcla se necesitaron datos importantes de las propiedades físicas del cemento, tales como la densidad, datos obtenidos de las fichas técnicas del cemento Extra Forte Ico y Cemento Fortimax Antisalitre MS.

Sobre la arena se necesitaron valores como el peso específico, y modulo de finura, los cuales se obtuvieron de los ensayos anteriormente mencionados.

Los valores de las propiedades físicas sirvieron para calcular la proporción de cemento, arena y agua, para el diseño de mezcla se siguió el procedimiento propuesto por el autor Diego Sánchez [6]. El diseño corresponde a 8 muestras cúbicas de 5cm x 5cm x 5cm (TABLA I), y 8 muestras paralelepípedas de 4 cmx 4 cmx 16 cm.

TABLA 1  
DOSIFICACIÓN DE MORTEROS CÚBICOS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Dosificación para 8 muestras (Compresión)		
	Tipo ICo	Tipo MS
Cemento (gr)	410.08	409.29
Arena (gr)	1468.74	1465.92
Agua (ml)	312.48	311.88

La tabla muestra las cantidades de los materiales de cemento, arena y agua para 8 morteros cúbicos para ensayos de resistencia a la compresión, para los morteros elaborados con Cemento Tipo ICo y MS.

TABLA 2  
DOSIFICACIÓN DE MORTEROS PARALELEPIPEDOS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

Dosificación para 8 muestras (Flexión)		
	Tipo ICo	Tipo MS
Cemento (gr)	608.88	607.72
Arena (gr)	2180.79	2176.6
Agua (ml)	463.97	463.08

La tabla muestra las cantidades de los materiales de cemento, arena y agua para 8 morteros paralelepípedos, para ensayos de resistencia a la flexión, para los morteros elaborados con Cemento Tipo ICo y MS.

Para la elaboración de los morteros se requirieron 24 moldes de vidrio, de los cuales 12 fueron para el ensayo de resistencia a la compresión de dimensiones 5cm x 5cm x 5cm, y los 12 restantes fueron para el ensayo de resistencia a la flexión de dimensiones 4cm x 4cm x 16cm.

Primero se realizó la mezcla de la arena, cemento y agua con las cantidades calculadas en el diseño, luego se llenó los compartimentos de los moldes siguiendo el procedimiento indicado según la NTP 334.003:2017 - ASTM C 230, el cual consiste en colocar una primera capa hasta la mitad del molde y compactar esta capa con 32 golpes, completar la parte restante y nuevamente compactar con 32 golpes, alisamos la superficie

Mortero	Carga	Deformación	Esfuerzo de Compresión	Deformación unitaria
	kg. f	Mm	Kg/cm2	mm/mm
1	1388	0.0032	56.65	0.00065
2	1440	0.0034	58.78	0.00069
3	1488	0.0036	60.73	0.00073
4	1501	0.0038	61.27	0.00077
5	1511	0.0040	61.67	0.00081
6	1525	0.0044	62.24	0.00089
<b>Promedio</b>	1475.5	0.0037	60.22	0.00075

con la espátula, este procedimiento se repitió para cada tipo de cemento. Una vez hechos todos los morteros se dejó fraguar por 24h para luego desencofrarlos, luego se inició el proceso de curado por 7 días para posteriormente someterlos a los ensayos de resistencia a la compresión y flexión.

En el laboratorio se realizó el ensayo de Resistencia a la compresión ASTM C109: Rompiendo las 12 muestras en la máquina de compresión, la cual somete cargas a las muestras hasta romperlas, obteniendo así la carga máxima que soporta el mortero y su respectivo esfuerzo y deformación unitaria. La fórmula utilizada para calcular la resistencia a la compresión es la siguiente.

$$R = \frac{F}{A}$$

Dónde:

F: Carga Aplicada máxima; A= Área resistente

También se realizó el ensayo de Resistencia a la flexión ASTM C 348: En el cual se sometieron los 12 testigos a la máquina de flexión, colocando cada probeta sobre dos apoyos y aplicando la carga en el punto central de la luz del mortero, sometiéndolos a una carga máxima que se transfiere al mortero (esta misma se encargará de flexionarlo y romperlo, para después calcular dichos resultados). La fórmula utilizada para calcular la resistencia a la flexión es la siguiente.

$$S = 0.0028 * P$$

Dónde: S: Resistencia a la flexión MPa, P: Carga máxima en N.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA 3

22<sup>nd</sup> LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Sustainable Engineering for a Diverse, Equitable, and Inclusive Future at the Service of Education, Research, and Industry for a Society 5.0. Hybrid Event, San Jose – COSTA RICA, July 17 - 19, 2024.

#### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON CEMENTO EXTRA FORTE (TIPO ICO).

Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión con el cemento Tipo ICO.

TABLA 4  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO CON CEMENTO FORTIMAX ANTI SALITRE (TIPO MS).

Mortero	Carga	Deformación	Esfuerzo Compresión	Deformación unitaria
	kg. f	Mm	Kg/cm2	mm/mm
1	1599	0.0048	65.27	0.00097
2	1621	0.0052	66.16	0.00105
3	1701	0.0054	69.43	0.00109
4	1706	0.0056	69.63	0.00113
5	1795	0.006	73.27	0.00121
6	1905	0.0064	77.76	0.00129
<b>Promedio</b>	1721.17	0.00557	70.25	0.00112

Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión con el cemento Tipo MS.

TABLA 5  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.

Mortero	Carga	Deformación	Esfuerzo Compresión	Deformación unitaria
	Kg. f	mm	Kg/cm2	mm/mm
<b>Cemento Tipo ICO</b>	1475.5	0.0037	60.22	0.00075
<b>Cemento Tipo MS</b>	1721.17	0.0058	70.25	0.00112

Como resultado se obtuvo el promedio de resistencia a la compresión de los 12 morteros para los cementos Tipo ICO y MS.

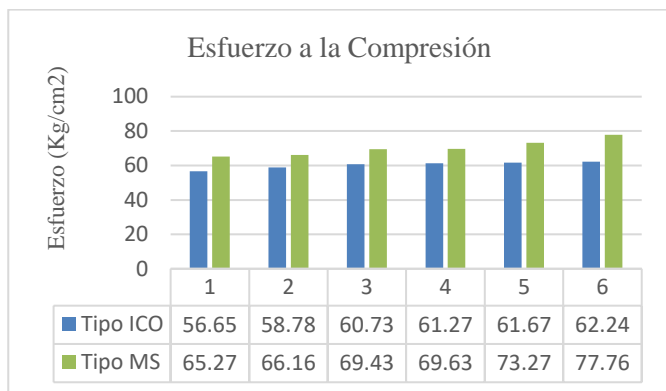


FIG. 1

COMPARACIÓN ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE LOS MORTEROS CON CEMENTO MS Y CEMENTO ICO.

El gráfico nos muestra la comparación del esfuerzo a compresión de los 12 morteros Tipo ICO y MS, también se observa que los morteros con el cemento Tipo MS presentan mayor esfuerzo a la compresión.

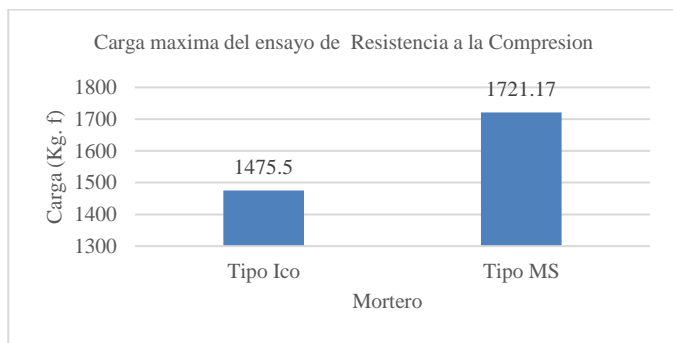


FIG. 2

PROMEDIO DE LA CARGA MÁXIMA DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOPORTADA POR LOS MORTEROS.

El gráfico nos muestra la carga máxima de resistencia a la compresión soportada en promedio por los 12 morteros Tipo I y MS. Se observa que el cemento Tipo MS presenta mayor resistencia a la compresión.

TABLA 6

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL MORTERO CON CEMENTO EXTRA FORTE (TIPO ICO).

Mortero	Carga	Resistencia
	kg. f	Kg/cm2
1	71	19.87
2	76	21.27
3	77	21.55
4	81	22.66
5	87	24.34
6	88	24.62
<b>Promedio</b>	80	22.38

Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión con el cemento Tipo Ico.

TABLA 7

RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL MORTERO CON CEMENTO FORTIMAX ANTI SALITRE (TIPO MS).

Mortero	Carga	Resistencia
	kg. F	Kg/cm2
1	115	32.18
2	123	34.42
3	128	35.82
4	129	36.10
5	136	38.05
6	142	39.73
<b>Promedio</b>	128.83	36.05

Resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión de los morteros con el cemento Tipo MS.

TABLA 8

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO.

Mortero	Carga	Resistencia
	Kg. f	Kg/cm2
<b>Tipo ICo</b>	80	22.38
<b>Tipo Ms</b>	128.83	36.05

Como resultado se obtuvo el promedio de resistencia a la flexión de los 12 morteros para los cementos Tipo ICO y MS.

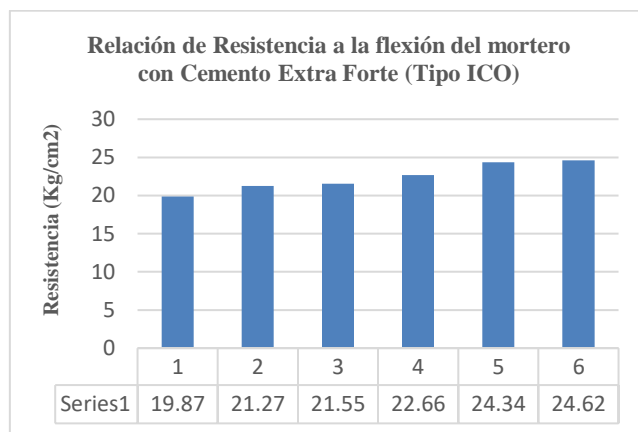


FIG. 3

RELACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL MORTERO CON CEMENTO EXTRA FORTE (TIPO ICO).

El gráfico nos muestra la relación esfuerzo a la flexión del mortero con el cemento Tipo ICO, a mayor carga soportada la resistencia a la flexión obtenida será mayor.

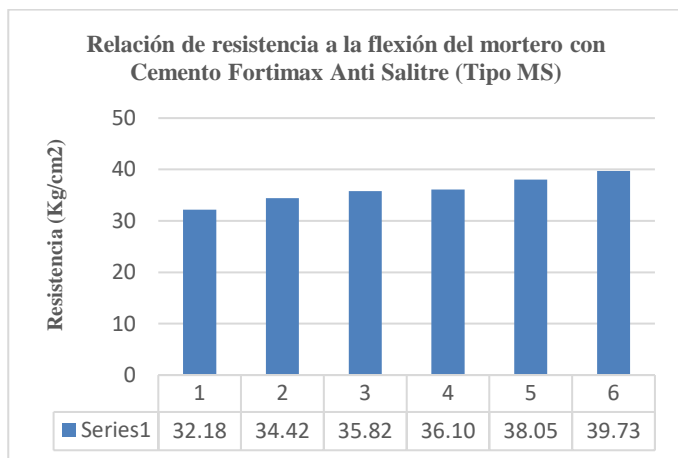


FIG. 4

RELACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL MORTERO CON CEMENTO FORTIMAX ANTI SALITRE (TIPO MS).

El gráfico nos muestra la relación esfuerzo a la flexión del mortero con el cemento Tipo Ms, a mayor carga soportada la resistencia a la flexión obtenida será mayor.

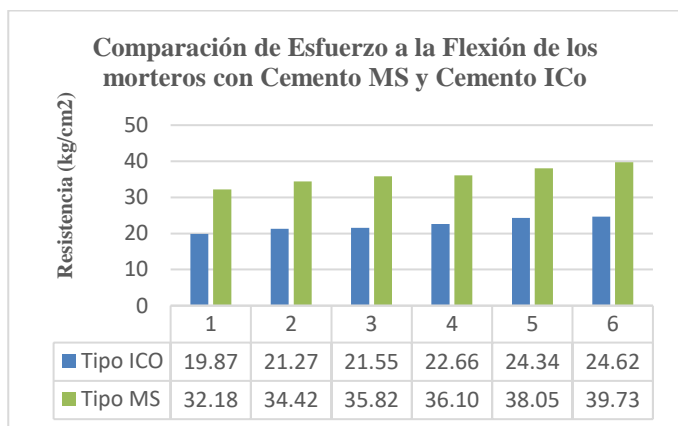


FIG. 5

COMPARACIÓN ESFUERZO A LA FLEXIÓN DE LOS MORTEROS CON CEMENTO MS Y CEMENTO ICO.

El gráfico nos muestra la comparación del esfuerzo a flexión de los 12 morteros Tipo ICo y MS, también se observa que los morteros con cemento Tipo MS presentan mayor esfuerzo a la Flexión.

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la Tabla 3 del ensayo de compresión de morteros con el cemento Tipo ICo son los siguientes, soportan una carga promedio de 1475.5 kg. f, con un esfuerzo de compresión de 60.22 kg/cm<sup>2</sup> y teniendo una deformación de 0.00075 mm.

Los resultados obtenidos en la Tabla 4 del ensayo de compresión de morteros con el cemento Tipo MS son los siguientes, soportan una carga promedio de 1721.167kg. f, con

un esfuerzo de compresión de 70.25 kg/cm<sup>2</sup> y teniendo una deformación de 0.00112 mm.

Los valores obtenidos en la Tabla 5 muestra la comparación entre los dos tipos de morteros Tipo ICo y MS, logrando determinar que los morteros elaborados con cemento Tipo ICo presenta una menor resistencia a la compresión que los morteros elaborados con el cemento Tipo MS.

Con los resultados obtenidos en la Tabla 6 del ensayo de resistencia a la flexión de morteros con el cemento Tipo ICo podemos determinar que soportan una carga promedio de 80 kg. f, y una resistencia de 22.38 kg/cm<sup>2</sup>.

Con los resultados obtenidos en la Tabla 7 del ensayo de resistencia a la flexión de morteros con el cemento Tipo MS podemos determinar que soportan una carga promedio de 128.83 kg. f, y una resistencia de 36.05 kg/cm<sup>2</sup>.

Los valores obtenidos en la Tabla 8 muestra la comparación entre los 2 tipos de morteros, se determinó que los morteros con el cemento Tipo ICo presenta una menor resistencia a la Flexión que el cemento Tipo Ms.

Según Oblitas y Villar en su estudio, Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> utilizando cemento ICo y MS frente a la influencia de Sulfatos en los suelos de la ciudad de Pimentel, concluyeron que los concretos elaborados con cemento tipo MS arrojaron resistencias mayores a las muestras de concreto elaboradas con cemento tipo ICo; resultados similares a los del presente estudio en el cual se verificó una resistencia a compresión mayor en los morteros elaborados con el cemento tipo MS que los elaborados con cemento ICo.[9]

Por otro lado Ruiz y Vasallo en la investigación denominada estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos tipo ICo, MS y UG, trujillo 2018, concluyeron que los concretos elaborados con cemento tipo UG desarrollaron mejores resistencias que el concreto con cemento MS y a la vez los concretos con cemento MS, desarrollaron mayores resistencias que los concretos con cemento ICo, resultados que resultan similares a los del presente estudio, verificando una resistencia a compresión mayor en los morteros elaborados con el cemento tipo MS que los elaborados con cemento ICo. [10]

La limitación que tuvimos al desarrollar este estudio fue el tamaño de la muestra, lo cual no nos permite tener una visión mucho más amplia sobre este tema. Asimismo, recomendamos para futuras investigaciones, se incremente las horas prácticas, para que de esta manera se pueda mejorar los trabajos de investigación.

#### V. CONCLUSIONES

Se logró determinar las propiedades mecánicas de los morteros con cemento Tipo ICo y MS, con los resultados obtenidos determinamos que los morteros con el cemento Tipo MS lograron una mayor resistencia a la flexión y compresión que los morteros con el cemento Tipo ICo, por lo tanto es

importante realizar estos ensayos ya que nos permite evaluar que cemento es el más viable para las estructuras.

Con los resultados obtenidos podemos decir que el tipo de cemento que se utiliza para los morteros influye de manera directa en la resistencia de los concretos, morteros y por ende también en la resistencia de las edificaciones.

Según los ensayos realizados, resaltamos gran importancia de conocer las características mecánicas de los cementos y su influencia en los morteros y concretos, lo que permitirá hacer un mejor empleo de estos materiales, y por ende mejorar la calidad de las construcciones.

## REFERENCIAS

- [1] Instituto Nacional De Estadística e Informática. (2018). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)
- [2] Gonzales, C. (2019). Análisis Comparativo de las Características Físico - Mecánicas de los cementos comerciales tipo IP, HE y HS, en la región Arequipa. Tesis de bachiller, Universidad Católica de Santa María Perú. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9777>
- [3] Santillán, M. (2019). “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F<sup>c</sup>:280kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO CHEMA 3 UTILIZANDO CEMENTO PACASMAYO TIPO I Y CEMENTO INKA ULTRA RESISTENTE TIPO ICo”. Tesis de título, Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3029/TESES%20PARA%20TITULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [4] NTP 400.037, INACAL. (2018). Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-de-tacna/tecnologia-del-concreto/ntp400-norma-tecnica-peruana-granulometria-de-los-agregados/4659039>
- [5] Rios, B. (2020). “COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F<sup>c</sup> = 210 KG/CM<sup>2</sup>, ELABORADO A BASE DE CEMENTO TIPO ICO Y GU, TRUJILLO – 2020”. Tesis de título, universidad privada del norte Cajamarca Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26518/Rios%20Nontol%2c%20Bryan%20Aaron.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [6] Sánchez de Guzmán, D (2001). Tecnología del concreto y mortero. Bahandar editores LTDA
- [7] NTP 400.022, INACAL. (2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.
- [8] NTP 334.003 (2017). CEMENTOS. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.
- [9] Oblitas y Villar. (2021). Evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto F<sup>c</sup>210 KG/CM<sup>2</sup> utilizando cemento ICO y MS frente a la influencia de Sulfatos en los suelos de la ciudad de Pimentel. Tesis de bachiller, Universidad de San Martín de Porres. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3145419>
- [10] Ruiz y Vasallo. (2018). Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cementos ico, ms y ug, trujillo 2018. Tesis de bachiller, Universidad Privada del Norte <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14825>