

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TRABAJABILIDAD DEL
MORTERO SECO EN LAS PROPIEDADES DEL MURO DE
ALBAÑILERÍA**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL:

ELABORADO POR

EDWIN WILLIAMS GOMEZ PATRICIO

ASESOR

Ing. RAFAEL CACHAY HUAMAN

Lima- Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



PLAN DE TESIS

**“ESTUDIO DEL EFECTO DE LA TRABAJABILIDAD DEL
MORTERO SECO EN LAS PROPIEDADES DEL MURO DE
ALBAÑILERÍA”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

GOMEZ PATRICIO, EDWIN WILLIAMS

ASESOR

Ing. RAFAEL CACHAY HUAMAN

Lima- Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios por permitirme vivir con salud y encaminarme con bien todos estos años.

Dedico este trabajo a mis padres Dionicio y Olinda, que con sus enseñanzas de esfuerzo y dedicación, han inculcado en mi valores que me sirven cada día para ser mejor tanto en lo personal como en lo profesional.

Dedico este trabajo a mi asesor de tesis Ing. Rafael Cachay Huamán por haberme encaminado en todo el proceso del desarrollo de la presente tesis y haberme apoyado en cada momento.

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
PRÓLOGO	7
LISTA DE CUADROS	8
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE GRÁFICOS	16
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	19
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	22
1.1 GENERALIDADES.....	22
1.2 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.....	23
1.2.1 Objetivo general.....	23
1.2.2 Objetivos específicos	23
1.3 HIPÓTESIS.....	23
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	24
2.1 MORTERO TRADICIONAL.....	24
2.1.1 Cemento	24
2.1.2 Agregado fino.....	24
2.1.3 Agua	25
2.1.4 Proporciones del mortero de albañilería	25
2.2 MORTERO SECO.....	25
2.2.1 Preparación del mortero seco	26
2.2.1.1 <i>Proceso de preparación del mortero seco en planta.....</i>	<i>26</i>
2.2.1.2 <i>Presentación del producto.....</i>	<i>26</i>
2.3 ALBAÑILERÍA	28
2.3.1 Muro de albañilería	28
2.3.2 Propiedades de resistencia del muro de albañilería	29
2.3.2.1 <i>Compresión axial</i>	<i>29</i>

2.3.2.2	Compresión diagonal	31
2.3.3	Especificaciones generales de resistencia en prismas y muretes de albañilería	32
CAPÍTULO III: PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA.....		35
3.1	VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613).....	35
3.2	ALABEO (NTP 399.613)	36
3.3	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD (NTP 399.613).....	37
3.4	ABSORCIÓN (NTP 399.613)	38
3.5	CLASIFICACIÓN Y CONDICIÓN DE ACEPTACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	39
3.5.1	Clasificación de las unidades	39
3.5.2	Condición de aceptación de la unidad.....	40
CAPÍTULO IV: PROPIEDADES DEL MORTERO SECO Y MORTERO PATRÓN.		41
4.1	MORTERO SECO.....	41
4.2	MORTERO PATRÓN.....	42
4.2.1	Agregado fino.....	42
4.1.1.1	Granulometría y módulo de fineza (NTP 400.012)	42
4.1.1.2	Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017)	44
4.1.1.3	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (NTP 400.022).....	44
4.1.2	Diseño del mortero patrón	47
4.2	PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO	47
4.2.1	Fluidez (NTP 334.057)	47
4.2.2	Peso unitario (NTP 334.005).....	48
4.3	PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO	49
4.3.1	Resistencia a la compresión (NTP 334.051)	49
4.3.2	Resistencia a la flexión (NTP 334.120)	51

CAPÍTULO V: DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA.	54
5.1 ELABORACIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA.....	54
5.2 ELABORACIÓN DE MURETES DE ALBAÑILERÍA.....	56
5.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.605).....	57
5.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.621).....	59
CAPITULO VI: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	63
6.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA	63
6.1.1 Ensayo de variación dimensional	63
6.1.2 Ensayo de alabeo	63
6.1.3 Ensayo de resistencia a la compresión	64
6.1.4 Ensayo de absorción.....	65
6.1.5 Resumen.....	65
6.2 RESULTADOS DE ENSAYOS DEL AGREGADO FINO	65
6.2.1 Ensayos de granulometría y módulo de fineza	65
6.2.2 Ensayo de peso unitario suelto	67
6.2.3 Ensayos de peso específico y absorción.....	67
6.2.4 Resumen.....	68
6.3 RESULTADOS DE ENSAYOS DEL MORTERO.....	68
6.3.1 Ensayos de fluidez	68
6.3.2 Ensayos de peso unitario	71
6.3.3 Ensayos de resistencia a la compresión.....	73
6.3.4 Ensayos de resistencia a flexión	83
6.4 RESULTADOS DE ENSAYOS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA	87
6.4.1 Ensayos de resistencia a la compresión de pilas de albañilería	87

6.4.2	Ensayos de resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería	97
6.5	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA	106
6.6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL AGREGADO FINO	106
6.7	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MORTERO	107
6.7.1	Mortero en estado fresco	107
6.7.2	Mortero en estado endurecido.....	108
6.8	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA.....	111
6.8.1	Compresión de pilas.....	111
6.8.2	Compresión diagonal de muretes.....	112
CAPITULO VII: GUÍA DE USO DEL MORTERO SECO EN OBRA		115
7.1	RENDIMIENTO DEL MORTERO SECO	115
7.2	ALMACENAMIENTO DEL MORTERO SECO.....	117
7.3	CANTIDAD DE AGUA POR BOLSA DE MORTERO SECO.....	118
7.4	RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL MORTERO SECO	122
CONCLUSIONES.....		123
RECOMENDACIONES		127
BIBLIOGRAFÍA.....		128
ANEXOS		130

RESUMEN

La presente tesis, muestra el resultado de un estudio sobre el efecto de la trabajabilidad del mortero seco (Mortero embolsado) en las propiedades de resistencia del muro de albañilería, principalmente en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería y la resistencia a compresión diagonal en muretes de albañilería. Se analizaron las propiedades mecánicas del muro de albañilería teniendo como variante la cantidad de agua añadida al mortero embolsado.

Para tal propósito se elaboraron muestras de pilas y muretes de albañilería, empleando el mortero seco (Mortero embolsado) y el mortero tradicional o patrón (dosificación de cemento-arena 1:4). Se utilizó como mortero seco, el producto existente en el mercado MORTERO CONCREMAX al cual se le analizó añadiéndole menor, mayor e igual cantidad de agua que la recomendada en las especificaciones del envase. Para la elaboración Las pilas y muretes se utilizaron unidades de albañilería de arcilla cocida, King Kong 18 Huecos, de fabricación industrial de la marca PIRAMIDE.

El proceso de la investigación se realizaron ensayos en las unidades de albañilería, ensayos en el agregado fino para la elaboración del mortero patrón, ensayos en el mortero seco (En sus tres casos de cantidad de agua a agregar) y mortero patrón para determinar sus propiedades en estado fresco y endurecido, ensayos de resistencia en compresión de prismas de albañilería y ensayos de compresión diagonal en muretes de albañilería.

Luego se muestran los resultados y análisis de resultados de los ensayos (capítulo VI). En el capítulo final se desarrolla una guía de uso del mortero seco en obra, el cual se basa en las experiencias adquiridas a lo largo de la elaboración de los especímenes y los resultados obtenidos luego de ser ensayados (Capítulo VII).

En general, el mortero CONCREMAX (mortero seco) muestra un buen desempeño (en cuanto a compresión de pilas y compresión diagonal de muretes) respecto a los resultados del mortero patrón, al añadirle mayor o igual cantidad de agua que especifica el fabricante. Por otro lado, al añadirle menor cantidad de agua que lo recomendado, las resistencias alcanzadas fueron muy bajas en comparación de las resistencias alcanzadas por el mortero patrón.

ABSTRACT

In this document, we show the results of a research on the effect of the workability of dry mortar on the strength properties of the masonry wall, mainly in the resistance to axial compression of masonry piles and the resistance to diagonal compression in walls of masonry. The study factor of this thesis was the change of the wall strength properties in relation to the different amount of water added to the dry mortar.

For this purpose, samples of piles and walls of masonry made, using the unconventional mortar called dry mortar or bagging and the traditional mortar or standard (cement-sand dosage 1: 4). The existing product used as a dry mortar in the CONCREMAX MORTAR market, which was analysed by adding less, greater and equal amounts of water than recommended in the package specifications. The prisms and low walls made considering a type of clay masonry unit. The masonry units used were King Kong 18 holes bricks, manufactured by the PIRAMIDE brand.

In the development of research, tests were performed on units of masonry, essays on the fine aggregate for mortar pattern making, trials in dry mortar (in its three cases of water to add) and mortar standard to determine their properties in fresh and hardened state, tests in compression of masonry prisms and trials of diagonal compression in masonry walls.

Then the results and analysis of the results of the trials are detailed (chapter VI). In the final chapter, a guide to the use of dry mortar in the work is developed, which is based on the experiences acquired throughout the elaboration of the specimens and the results obtained after being tested (Chapter VII).

In general, the product CONCREMAX (dry mortar) shows a good performance (in terms of compression of piles and diagonal compression of walls) compared to the results of the standard mortar, adding more or equal amount of water specified by the manufacturer. On the other hand, when adding less water than recommended, the resistance reached was very low in comparison to the resistance reached by the standard mortar.

PRÓLOGO

Actualmente el sistema constructivo denominado “Albañilería confinada”, es el proceso constructivo más utilizado en el Perú, Los factores de diseño estructural están regidos en base al RNE E.070 de Albañilería.

Este sistema de construcción está conformado por muros que resisten cargas estructurales denominados muros portantes y muros de tabiquería denominados muros no portantes, los primeros se diseñan para soportar cargas verticales, horizontales y de flexión, mientras que los muros no portantes solo se diseñan para recibir la carga de su peso propio.

Los muros de albañilería de este sistema constructivo, están conformados por unidades de albañilería adheridas por un mortero, que es una mezcla de cemento, arena, agua, al cual puede o no incluirse cal.

En el transcurso del tiempo las tecnologías en el ámbito de la construcción fueron desarrollándose buscando ofrecer al mercado productos que permitan reducir costos, tiempo y desperdicios, como resultado de esta búsqueda constante se ofrece al mercado el mortero preparado en seco. El mortero seco es elaborado en fábricas mediante el mezclado conjunto de los componentes necesarios, tales como cemento, agregado fino, que luego son envasados en pequeños volúmenes para finalmente ser ofrecidos al mercado. En la presente investigación se utilizó el mortero seco existente en el mercado MORTERO CONCREMAX

Una de las aplicaciones de este producto CONCREMAX, es la utilización como mortero para la elaboración de muros de albañilería, para su aplicación sólo es necesario agregarle cierta cantidad de agua que especifica el fabricante.

En ese sentido, el trabajo de investigación consiste en realizar un estudio de la influencia de la fluidez del mortero seco (al agregarle distintas cantidades de agua), en las propiedades mecánicas de resistencia de los muros de albañilería. Los especímenes de ensayo fueron elaborados de acuerdo a lo indicado en las normas técnicas vigentes y al RNE E.070. Los ensayos realizados para tal fin fueron; resistencia a la compresión axial en pilas ($f'm$) y resistencia a la compresión diagonal de muretes ($v'm$).

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1: Huso Granulométrico que debe cumplir el agregado fino.	24
Cuadro N° 2: Proporciones volumétricas de los componentes del mortero de albañilería.	25
Cuadro N° 3: Factores de incremento de resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal muretes, según la edad de ensayo.	33
Cuadro N° 4: Valores de resistencias características para muros elaborados con mortero patrón de proporciones arena/cemento: 1/4.....	33
Cuadro N° 5: Factores de corrección por esbeltez para determinar $f'm$	34
Cuadro N° 6: Requisitos que deben cumplir las unidades de albañilería para determinar su clasificación.	40
Cuadro N° 7: Valores obtenidos del ensayo de variación dimensional, ladrillo KK 18H de 9x12.5x23 cm.	63
Cuadro N° 8: Resultado del ensayo de alabeo, ladrillo KK 18H de 9x12.5x23 cm.	64
Cuadro N° 9: Valores obtenidos del ensayo de resistencia a compresión, ladrillo KK 18H 9x12.5x23 cm.	64
Cuadro N° 10: Resultado del ensayo de absorción, ladrillo KK 18H 9x12.5x23 cm.	65
Cuadro N° 11: Resumen de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de arcilla cocida, ladrillo KK 18H 9x12.5x23 cm.....	65
Cuadro N° 12: Resultado de la composición granulométrica del agregado fino.	66
Cuadro N° 13: Valores obtenidos del ensayo de PUS de la arena gruesa.....	67

Cuadro N° 14: Valores obtenidos de los ensayos de porcentaje de absorción y peso específico de la arena gruesa.....	67
Cuadro N° 15: Resumen de las principales características físicas del agregado fino.....	68
Cuadro N° 16: Valores de Fluidéz del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.....	68
Cuadro N° 17: Valores de Fluidéz del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.....	69
Cuadro N° 18: Valores de Fluidéz del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.....	69
Cuadro N° 19: Valores de Fluidéz del mortero Patrón – Agua de diseño: 7 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.	70
Cuadro N° 20: Valores de Fluidéz del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.	70
Cuadro N° 21: Valores de Fluidéz del mortero Patrón – Agua de diseño: 9 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.	71
Cuadro N° 22: Valores de Peso unitario del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros de agua por 40 kg de producto.....	71
Cuadro N° 23: Valores de Peso unitario del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.....	72
Cuadro N° 24: Valores de Peso unitario del mortero MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.....	72
Cuadro N° 25: Peso unitario del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.	72
Cuadro N° 26: Resultados de resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.	74

Cuadro N° 27: Resultado de resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.	76
Cuadro N° 28: Resultado de resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros de agua por 40 Kg de producto.....	78
Cuadro N° 29: Resultado de resistencia a la compresión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.	80
Cuadro N° 30: Resultado de resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros de agua por 40 Kg de producto.	83
Cuadro N° 31: Resultado de resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros de agua por 40 Kg de producto.	84
Cuadro N° 32: Resultado de resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.....	84
Cuadro N° 33: Resultado de resistencia a flexión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.	85
Cuadro N° 34: Resultado de resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.....	88
Cuadro N° 35: Resultado de resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.....	90
Cuadro N° 36: Resultado de resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.....	92

Cuadro N° 37: Resultado de resistencia a compresión de pilas elaboradas con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.	94
Cuadro N° 38: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros de agua por 40 Kg de producto.	97
Cuadro N° 39: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.	99
Cuadro N° 40: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros de agua por 40 Kg de producto.	101
Cuadro N° 41: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.	103
Cuadro N° 42: Valores comparativos del MORTERO CONCREMAX y MORTERO PATRÓN en estado fresco.	107
Cuadro N° 43: Valores comparativos de la resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX y el mortero patrón.	108
Cuadro N° 44: Valores comparativos de la resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.	110
Cuadro N° 45: Valores comparativos de la resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.	111
Cuadro N° 46: Valores Comparativos de la resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.	112

Cuadro N° 47: Rendimiento del mortero CONCREMAX por metro cuadrado de muro, de acuerdo a la cantidad de agua añadida.....	115
Cuadro N° 48: Rendimiento y costo de producción del mortero CONCREMAX por millar de ladrillo, de acuerdo a la cantidad de agua añadida.	116
Cuadro N° 49: Costo de producción del mortero tradicional por m2 de muro soga, ladrillo King Kong 18 Huecos, juntas horizontales y verticales de 1 cm y c/a = 1/4.	117
Cuadro N° 50: Porcentajes de resistencia a compresión y resistencia a flexión del mortero CONCREMAX respecto al mortero patrón a 28 días.	118
Cuadro N° 51: Porcentajes de resistencia a compresión axial de pilas elaboradas con mortero CONCREMAX respecto a pilas elaboradas con mortero patrón a 28 días.....	119
Cuadro N° 52: Porcentajes de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero CONCREMAX respecto a muretes elaboradas con mortero patrón a 28 días.....	119

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1: Presentación Frontal del mortero CONCREMAX, Topex Mortero (nombre comercial).....	27
Figura N° 2: Presentación de reverso del mortero CONCREMAX, Topex Mortero (nombre comercial).....	27
Figura N° 3: Deformación transversal de la pila de albañilería si no hubiese restricciones.....	30
<i>Figura N° 4: Deformación real de la pila de albañilería.</i>	30
Figura N° 5: Comportamiento teórico de la pila de albañilería sometida a esfuerzos de compresión.....	31
Figura N° 6: Comportamiento teórico de murete de albañilería sometido a esfuerzos de compresión diagonal.....	32
Figura N° 7: Unidad de albañilería sometida a esfuerzo de compresión axial....	38
Figura N° 8: Sumersión parcial de las unidades de albañilería.	39
Figura N° 9: Proceso de vibrado del agregado fino.....	43
Figura N° 10: Procedimiento para determinar la granulometría del agregado fino, material retenido en los tamices luego del vibrado (1), medición de pesos retenidos en los tamices (2).....	43
Figura N° 11: Saturación de la muestra de agregado fino durante 24 horas.....	45
Figura N° 12: Muestra del agregado fino Saturado Superficialmente Seco (SSS).	45
Figura N° 13: Muestra de 500 gr de agregado fino SSS llenado en una fiola de 500 cc.....	46

Figura N° 14: Llenado con agua del volumen total de la fiola para determinar el peso total del agua en el frasco.	46
Figura N° 15: Llenado de tronco de cono de 10.16 cm de base sobre la mesa de flujo.	48
Figura N° 16: Llenado de tronco de cono de 10.16 cm de base sobre la mesa de flujo (1), medición de diámetro luego de realizado los 25 golpes (2).	48
Figura N° 17: Medición del peso total (Peso del recipiente más peso del mortero).	49
Figura N° 18: Llenado y enrasado de moldes cúbicos de 50 mm de lado.	50
Figura N° 19: Curado de especímenes cúbicos en agua con cal (4gr de cal por litro de agua).	50
Figura N° 20: Especímenes cúbicos de mortero a ser ensayados a los 14 días de edad.	51
Figura N° 21: Aplicación de carga axial al espécimen cubico de mortero.	51
Figura N° 22: Curado de especímenes prismáticos de 40x40x160 mm de lado.	52
Figura N° 23: Especímenes prismáticos de 40x40x160 mm de lado para determinar la resistencia a la flexión del mortero.	52
Figura N° 24: Posicionamiento de apoyos y aplicación de carga diametral en el apoyo medio en el ensayo de resistencia a la flexión.	53
Figura N° 25: Capeado y nivelado de pilas de albañilería.	55
Figura N° 26: Elaboración de muretes de albañilería.	56
Figura N° 27: Total de muretes elaborados con mortero seco y mortero patrón.	57
Figura N° 28: Muestra de pilas de albañilería para ensayo de compresión axial.	58
Figura N° 29: Aplicación de carga axial en pila de albañilería.	58

Figura N° 30: Colocación del murete de albañilería, con la diagonal del murete en dirección paralela a la gravedad.....	59
Figura N° 31: Aplicación de carga de compresión diagonal sobre el murete.....	60
Figura N° 32: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero patrón.	61
Figura N° 33: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero embolsado mezclado con 5 Litros de agua por 40 Kg de producto.	61
Figura N° 34: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero embolsado mezclado con 6 Litros de agua por 40 Kg de producto.	62
Figura N° 35: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero embolsado mezclado con 7 Litros de agua por 40 Kg de producto.	62
Figura N° 36: Almacenamiento óptimo de mortero embolsado.	118
Figura N° 37: Fluidez del mortero CONCREMAX, agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.....	120
Figura N° 38: Fluidez del mortero CONCREMAX, agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.....	121
Figura N° 39: Fluidez del mortero CONCREMAX, agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.....	121

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Curva granulométrica del agregado fino.....	66
Gráfico N° 2: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.	75
Gráfico N° 3: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño 6 Litros por 40 Kg de producto.	77
Gráfico N° 4: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.	79
Gráfico N° 5: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.	81
Gráfico N° 6: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX y MORTERO PATRÓN.....	82
Gráfico N° 7: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.	83
Gráfico N° 8: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.	84
Gráfico N° 9: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.	85
Gráfico N° 10: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4	86

Gráfico N° 11: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX Y MORTERO PATRÓN.	86
Gráfico N° 12: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.....	89
Gráfico N° 13: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.....	91
Gráfico N° 14: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.....	93
Gráfico N° 15: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.	95
Gráfico N° 16: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con mortero CONCREMAX y mortero patrón.	96
Gráfico N° 17: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.....	98
Gráfico N° 18: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.....	100
Gráfico N° 19: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX –	

Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.....	102
Gráfico N° 20: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.	104
Gráfico N° 21: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero CONCREMAX y mortero patrón.	105
Gráfico N° 22: Comparación en porcentajes del MORTERO CONCREMAX y MORTERO PATRÓN en estado fresco.....	108
Gráfico N° 23: Comparación en porcentaje de la resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX y el mortero patrón en estado endurecido.....	109
Gráfico N° 24: Comparación en porcentaje de la resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX y mortero patrón en estado endurecido.....	110
Gráfico N° 25: Comparación en porcentaje de la resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.	111
Gráfico N° 26: Comparación en porcentaje de la resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.	113

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

SÍMBOLO

%:	Porcentaje.
C-:	Mortero CONCREMAX mezclado con menor cantidad de agua que lo especificado.
C=:	Mortero CONCREMAX mezclado con igual cantidad de agua que lo especificado.
C+:	Mortero CONCREMAX mezclado con mayor cantidad de agua que lo especificado.
PC-:	Pilas elaboradas con Mortero CONCREMAX mezclado con menor cantidad de agua que lo especificado.
PC=:	Pilas elaboradas con Mortero CONCREMAX mezclado con igual cantidad de agua que lo especificado.
PC+:	Pilas elaboradas con Mortero CONCREMAX mezclado con mayor cantidad de agua que lo especificado.
MC-:	Muretes elaborados con Mortero CONCREMAX mezclado con menor cantidad de agua que lo especificado.
MC=:	Muretes elaborados con Mortero CONCREMAX mezclado con igual cantidad de agua que lo especificado.
MC+:	Muretes elaborados con Mortero CONCREMAX mezclado con mayor cantidad de agua que lo especificado.
°C:	Grados centígrados.
”:	Pulgada.
+/-:	más o menos.

SIGLA

Ae	Ancho especificado por el fabricante
ASTM	American society for testing and materials.
cc	Centímetro cúbicos
cm	Centímetro
cm²	Centímetro cuadrado
CV	Coefficiente de variación
DE	Desviación estándar
F	Fluidez del mortero
f'b	Resistencia a la compresión en unidades de albañilería
f'm	Resistencia a la compresión en pilas de albañilería
gr	Gramos
He	Altura especificada por el fabricante
Kg/cm²	Kilogramos por centímetro cuadrado
Kg/m²	Kilogramos por metro cuadrado
Kg	Kilogramo
KK	King Kong
KN	Kilonewton
Le:	Largo especificado por el fabricante
Lp	Largo promedio
MF	Módulo de fineza
mm	Milímetros
MP	Mortero patrón
Mpa	Megapascales
NTP	Norma técnica peruana

PUS	Peso unitario suelto
RNE E.070	Reglamento Nacional de Edificaciones, Albañilería
SSS	Peso específico de masa saturado superficialmente seco
t	Toneladas
UND.	Unidad
v'm	Resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería
v'mc	Resistencia característica a compresión diagonal de muretes de albañilería
v'mp	Resistencia a compresión diagonal de muretes de albañilería promedio

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El sistema estructural que más se utiliza en el Perú para la construcción de viviendas en zonas urbanas es la denominada albañilería confinada. Un gran porcentaje de las viviendas son construidas con este sistema estructural.

Los muros de albañilería están conformados por unidades de albañilería asentadas o unidas entre sí por mortero.

El mortero es uno de los elementos de mayor uso en actividades de albañilería y acabados. El mortero está compuesto por la mezcla de cemento u otros cementantes como material aglutinante o pegante, agregado fino, agua y en algunas ocasiones aditivos para brindar al mortero características especiales.

En el transcurso del tiempo las tecnologías en el ámbito de la construcción fueron desarrollándose buscando ofrecer al mercado productos que permitan reducir costos, tiempo y desperdicios, como resultado de esta búsqueda constante se ofrece al mercado el mortero preparado en seco. El mortero seco es elaborado en fábricas mediante el mezclado conjunto de los componentes necesarios, tales como cemento, agregado fino, que luego son envasados en pequeños volúmenes para finalmente ser ofrecidos al mercado.

En el mercado existe una empresa que ofrece este tipo de mortero seco en modo de fácil obtención, esta es la empresa CONCREMAX S.A.

Sobre la investigación del mortero seco se tiene como antecedente la tesis de grado de Rojas Rayme, (2016) en la cual se realiza un estudio sobre las propiedades del mortero seco. Considerando esto, un punto que merece ser trabajado aún, es la investigación sobre cómo afecta la trabajabilidad del mortero seco sobre las propiedades de los muros de albañilería en el que se recopilará y realizará pruebas, obteniendo conclusiones.

1.2 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Elaborar una guía para el uso del mortero seco en el asentado de unidades de albañilería de acuerdo a los resultados obtenidos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar algunas propiedades del muro de albañilería de arcilla cocida según la dosificación de agua en el mortero seco al momento de su preparación.
- Evaluar las propiedades del mortero seco en estado fresco y endurecido.

1.3 HIPÓTESIS

En la presente tesis se buscará analizar las condiciones adecuadas para poder obtener el mortero que influya de mejor manera en las propiedades de los muros de albañilería. Estas condiciones adecuadas se analizarán de acuerdo a la cantidad de agua en el mortero seco.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 MORTERO TRADICIONAL

El mortero preparado de manera tradicional está conformado por una mezcla homogénea de material aglomerante, agregado fino y una cantidad de agua que proporcione una mezcla fluida y trabajable.

Como material aglomerante se puede usar el cemento o cal y en algunos casos los dos materiales en la misma mezcla.

2.1.1 Cemento

El cemento que se utiliza para la elaboración del mortero tradicional, es el Cemento Portland, indicados en la NTP 334.099.

El cemento es un material aglomerante que al mezclarse con los demás componentes que conforman el mortero se convierte en un material plástico resistente como consecuencia de las reacciones químicas en su masa.

2.1.2 Agregado fino

El agregado fino utilizado como material para conformar el mortero es la arena gruesa, cuya composición granulométrica debe encontrarse dentro de lo indicado en el Cuadro N° 1, que también está indicado en el RNE E.070 de albañilería.

Cuadro N° 1: Huso Granulométrico que debe cumplir el agregado fino.

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: RNE E.070 (2006)

De lo indicado en el RNE E.070, las propiedades del agregado fino deben cumplir los siguientes puntos.

- No debe quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de finura debe estar entre 1,6 y 2,5.
- No debe usarse arena de mar.

2.1.3 Agua

El agua es el componente del mortero que proporciona fluidez y trabajabilidad a la mezcla, la proporción de agua también es importante para aumentar o disminuir la resistencia de la mezcla en estado endurecido.

2.1.4 Proporciones del mortero de albañilería

Según lo indicado en el RNE E.070, obtenemos las proporciones volumétricas de los componentes del mortero la cuales se muestran en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2: Proporciones volumétricas de los componentes del mortero de albañilería.

COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros no portantes

Fuente: RNE E.070 (2006)

P1 y P2: uso del mortero para muros portantes.

NP: Uso del mortero para muros no portantes.

2.2 MORTERO SECO

En comparación con los morteros preparados tradicionalmente en las obras de construcción, los morteros secos son elaborados industrialmente a través de un proceso de mezclado de sus componentes y en estado seco. El uso de los morteros embolsados solo requiere adicionar cierta cantidad de agua la cual esta especificada en el embolsado. Los componentes del mortero seco son básicamente los mismos que se usan en las obras, tales como cemento y agregado fino.

El agua que se le proporciona a la mezcla seca, se realiza en obra y la cantidad de agua es indicada en las especificaciones del embolsado.

2.2.1 Preparación del mortero seco

2.2.1.1 Proceso de preparación del mortero seco en planta

Este proceso inicia desde la llegada de la arena gruesa a planta, para luego ser almacenado y tapado de tal manera que no quede expuesto a los agentes externos, la arena gruesa será depositada en las tolvas de agregados con ayuda de un cargador frontal, la cantidad dependerá del requerimiento en la planta.

Una vez depositado el agregado en la tolva, todo el traslado de la arena gruesa durante el proceso de producción será mediante fajas transportadoras.

Antes de trasladar el agregado fino a su depósito de almacenamiento, este pasará en primer lugar por una zona de secado donde se generará un venteado mediante paletas internas que ascenderán la arena y lo dejarán caer, para un proceso óptimo el secado tendrá 0.4% de humedad como máximo. La finalidad de este proceso es eliminar la humedad para que el aglomerante no se hidrate en el producto embolsado, también se preverá que la arena no alcance el punto de calcinación. Después del proceso de secado el agregado será tamizado mediante una zaranda donde se busque la granulometría óptima.

Los materiales serán movilizados desde sus depósitos de almacenamiento hacia la cámara de mezclado. Se realizará una modulación de fajas para realizar la dosificación de los materiales, la modulación mencionada será mediante la velocidad de las fajas ya que con esto se regulará los volúmenes de los materiales que serán mezclados. Este proceso de mezclado se realizará en seco hasta obtener un producto homogéneo final.

Luego de pasar por la cámara de mezclado el producto homogéneo pasará por una cámara de embolsado, donde la mezcla en seco será pesada y controlada manualmente por el personal encargado, para finalmente colocar el material embolsado en la faja de salida.

2.2.1.2 Presentación del producto

Para fines del presente estudio se utilizó el mortero embolsado Topex Mortero, fabricado por la empresa CONCREMAX S.A., cuyo envase tiene

una capacidad de 40 kilogramos y en la vista frontal, el envase indica el uso del producto embolsado (Figura N° 1).

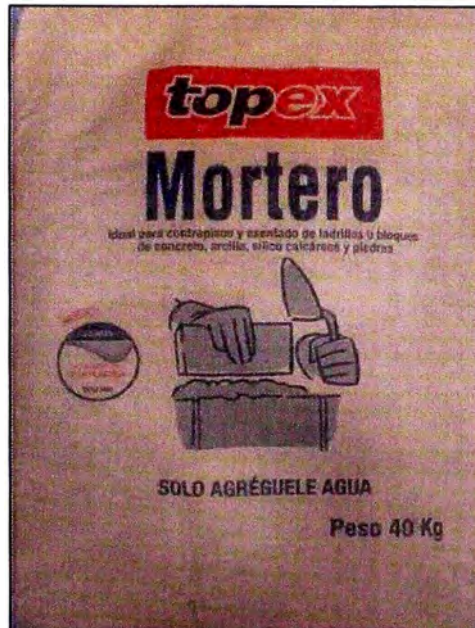


Figura N° 1: Presentación Frontal del mortero CONCREMAX, Topex Mortero (nombre comercial).

En el reverso del embolsado se presentan algunas especificaciones del producto así como la cantidad de agua recomendada que se le debe añadir a la mezcla (Figura N° 2).

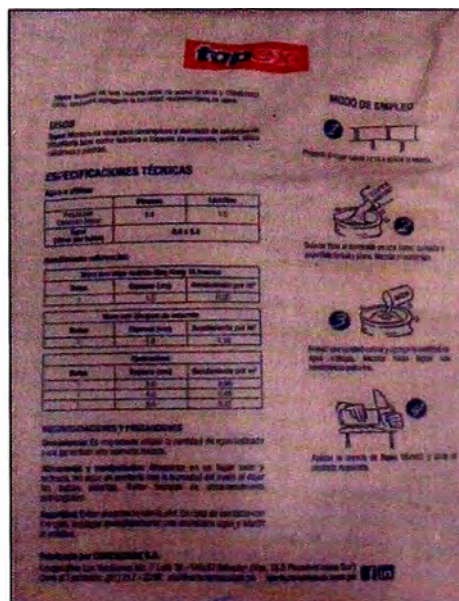


Figura N° 2: Presentación de reverso del mortero CONCREMAX, Topex Mortero (nombre comercial).

2.3 ALBAÑILERÍA

La albañilería se originó cuando el hombre se vio en la necesidad de limitar espacios. Inicialmente lo hicieron con materiales rústicos como las piedras naturales adheridas con barro, lo que actualmente en nuestro medio se denomina pirca. Luego se utilizaron materiales más elaborados como el ladrillo, cemento, cal, yeso y arena, entre otros; formando y dando origen al muro de albañilería. Actualmente esta manera de construir es la más utilizada en nuestro medio, por ser económico y práctico.

En base al desarrollo del conocimiento sobre la resistencia de los materiales y la experiencia de proyectos arquitectónicos más atrevidos, se tiene que los muros de albañilería no solo cumplan la función de tabiquería sino también tengan función estructural y como producto de esto se tenga construcciones más económicas y resistentes.

Según estudios se tiene que la albañilería como elemento estructural, tiene mayor resistencia a cargas de gravedad que a cargas de generadas por sismo. La carga sísmica induce principalmente a estos elementos cargas de tracción, dando como resultado fallas estructurales considerables.

En el RNE E.070 de Albañilería se tienen consideraciones de diseño y resistencias a esfuerzos de compresión y tracción que el muro de albañilería debe soportar para controlar las fallas.

2.3.1 Muro de albañilería

El muro de albañilería es un elemento que está conformado por unidades de albañilería adheridas con mortero. El muro de albañilería tiene la función de limitar espacios, este puede ser usado como cercos, tabiques o muros portantes que resistirán cargas gravitacionales y sísmicas.

En el Perú la construcción de viviendas en su gran mayoría son elaborados con muros de albañilería, de los cuales sus componentes son ladrillos de arcilla cocida y mortero tradicional compuesto por agregado fino, cemento y agua.

2.3.2 Propiedades de resistencia del muro de albañilería

El muro de albañilería no solo cumple funciones de tabiquería, sino también puede cumplir funciones estructurales, por lo cual el muro estará sometido a esfuerzos gravitacionales originados por cargas gravedad y también a esfuerzos inducidos por cargas externas a la estructura donde forma parte el muro de albañilería. Debido a que el muro de albañilería es un material no homogéneo, la respuesta a las sollicitaciones de esfuerzos antes mencionados estará en función de los materiales que la componen y la interacción entre estas.

En una construcción donde se utilicen muros de albañilería como elementos estructurales, estos muros llamados muros portantes resistirán cargas de compresión axial debido a los esfuerzos gravitacionales que soportaran, además en el caso de esfuerzos inducidos por cargas sísmicas, viento, etc., estos muros soportaran cargas laterales, generándose esfuerzos de compresión diagonal.

Para detallar el comportamiento teórico estructural del muro ante las sollicitaciones de esfuerzos; a continuación estudiaremos las propiedades mecánicas del muro de albañilería.

2.3.2.1 Compresión axial

El muro de albañilería es básicamente la conformación de unidades adheridas con mortero, los cuales tienen características de esfuerzo deformación diferente, por tanto al ser afectados a esfuerzos de compresión axial tendrán distintas deformaciones, esto trae como consecuencia la interacción entre el ladrillo y el mortero generándose restricciones en las deformaciones debido a la adherencia entre sí.

Los esfuerzos de compresión axial al muro de albañilería provoca una deformación axial y transversal a la vez, si el ladrillo y el mortero se deformarían sin restricciones, es decir, libremente estas tendrían distintas deformaciones axial y transversal en función a sus respectivas propiedades elásticas, siendo la unidad de albañilería menos deformable que el mortero como se muestra en la Figura N° 3.

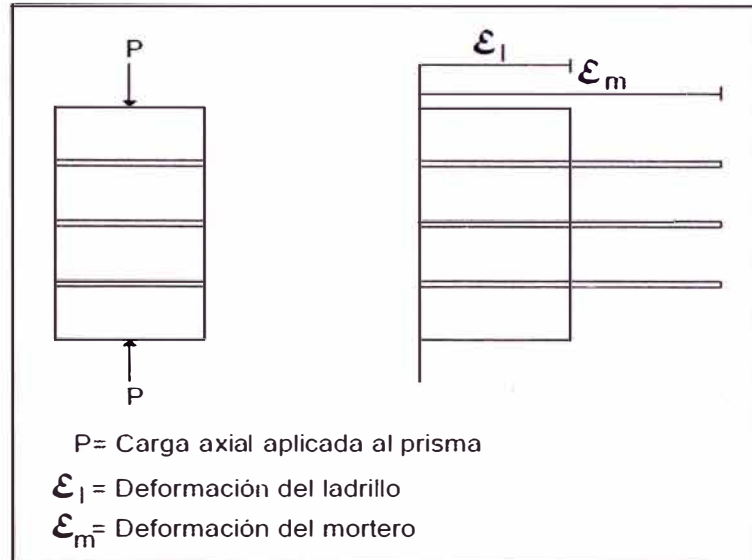


Figura N° 3: Deformación transversal de la pila de albañilería si no hubiese restricciones.

Fuente: Santos Chura (1994)

Sin embargo, la adherencia y fricción entre las caras de contacto de las unidades y el mortero, restringen el libre desplazamiento, esto genera que ambos tengan una deformación transversal intermedia, en las caras de contacto de las unidades con el mortero, ya que la adherencia y fricción impiden el libre deslizamiento, esto hace que ambos sufran una deformación lateral intermedia como se observa en la Figura N° 4.

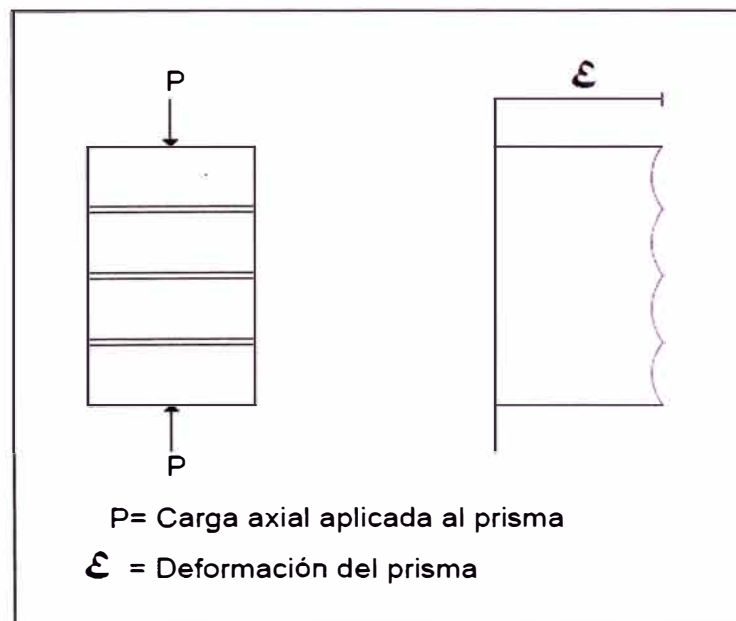


Figura N° 4: Deformación real de la pila de albañilería.

Fuente: Santos Chura (1994)

El mortero soporta esfuerzos de compresión en la dirección paralela y transversal a la dirección de la gravedad y el ladrillo soporta esfuerzos de tracción transversal, además de esfuerzos compresión axial como se muestra en la Figura N° 5.

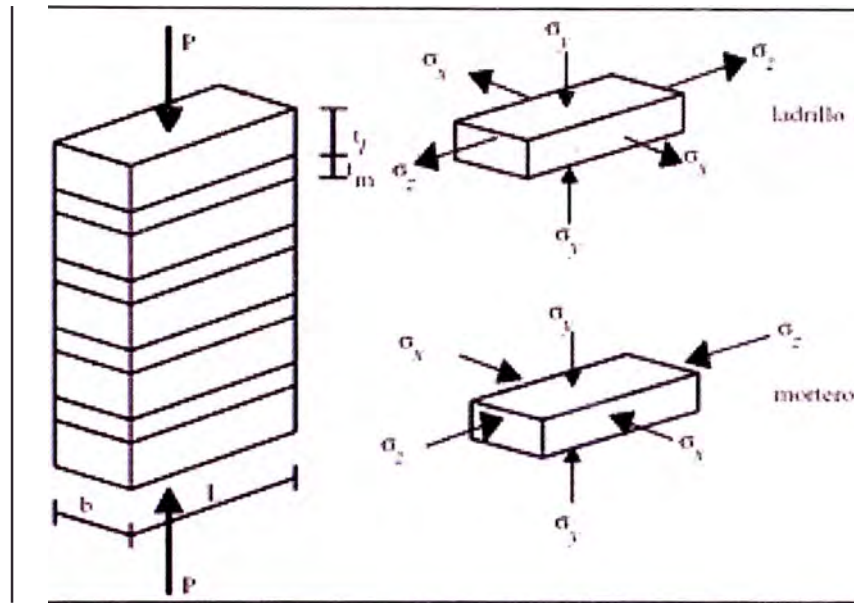


Figura N° 5: Comportamiento teórico de la pila de albañilería sometida a esfuerzos de compresión.

Fuente: Álvaro Morante (2008)

Por tanto se tiene que el material más deformable incrementará su resistencia en el ensayo de compresión, debido a la restricción al desplazamiento en la dirección transversal, por otro lado la unidad de albañilería que es menos deformable tendrá una reducción su resistencia a causa de los esfuerzos de tracción transversales en la junta.

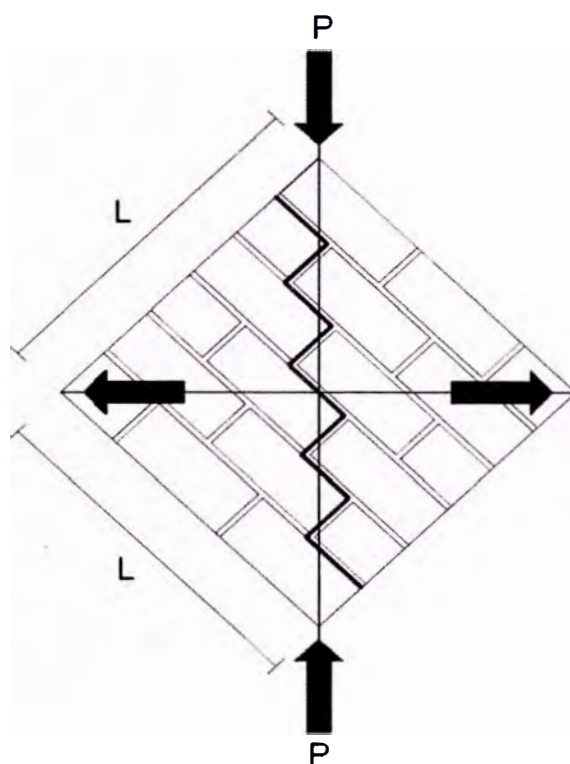
2.3.2.2 Compresión diagonal

El muro de albañilería soporta esfuerzos de compresión diagonal, estos esfuerzos pueden ser generados por acciones sísmicas, viento o asentamientos diferenciales en la cimentación.

El espécimen para realizar el ensayo de compresión diagonal de la albañilería, es el murete cuyas dimensiones son cuadradas.

El murete es sometido a esfuerzos de compresión en la dirección diagonal, generándose esfuerzos de tracción en la dirección perpendicular a a

diagonal como se muestra en la Figura N° 6. Como se sabe que la resistencia a la tracción en los muros albañilería es mucho menor que la resistencia a la compresión, se deduce que el modo de falla será por tracción diagonal, manifestándose como una falla escalonada cuando la adherencia entre el mortero y ladrillo es inadecuada, o en una falla en forma de grieta que cortara a los ladrillos que se encuentran en la dirección diagonal cuando la adherencia es óptima (Ver Figura N° 6).



P = Carga de compresión diagonal aplicada al murete

L = Altura del murete

Figura N° 6: Comportamiento teórico de murete de albañilería sometido a esfuerzos de compresión diagonal.

Fuente: Álvaro Morante (2008)

2.3.3 Especificaciones generales de resistencia en prismas y muretes de albañilería

Según lo indicado en el RNE E.070 de albañilería la resistencia a compresión axial ($f'm$) y a compresión diagonal ($v'm$) se podrá determinar empíricamente o realizando ensayos de pilas y muretes de albañilería.

Las pilas y muretes de albañilería se almacenaran durante 28 días y a una temperatura no menor a 10°C. En el caso se requiera ensayar lo especímenes a una edad menor de 28 días, podrán ser ensayados pero la edad de ensayo no deberá ser menor de 14 días, para este caso, se obtendrá los valores de resistencia característica incrementándola por los factores mostrados en el Cuadro N° 3.

Cuadro N° 3: Factores de incremento de resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal muretes, según la edad de ensayo.

INCREMENTO DE f_m y v_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: RNE E.070 (2006)

Podrán utilizarse los valores indicados en el Cuadro N° 4, en el caso que no se realicen ensayos. Estos valores son correspondientes a pilas y muretes fabricados con mortero de proporciones cemento/arena: 1/4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: 1/2: 4 (cuando la unidad es sílice cal o concreto), en caso de usarse otras unidades u otro diseño de mortero se tendrá que realizar los ensayos correspondientes.

Cuadro N° 4: Valores de resistencias características para muros elaborados con mortero patrón de proporciones arena/cemento: 1/4.

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg / cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: RNE E.070 (2006)

*Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería"

El valor de la resistencia característica a la compresión axial de pilas f'_m será multiplicado por un factor de esbeltez en relación a su altura y a su ancho menor, el cual se muestra en el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5: Factores de corrección por esbeltez para determinar f'_m .

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

Fuente: RNE E.070 (2006)

CAPÍTULO III: PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA

Para el presente estudio, se usó un tipo de ladrillo de arcilla cocida empleado comúnmente en la construcción de muros de albañilería en nuestro medio. La unidad conocida como King Kong perforado con 18 huecos de dimensiones 9x12.5x23 cm fabricado industrialmente de la marca Pirámide.

Las propiedades de las unidades que a continuación se estudian, corresponden a las obligatorias especificadas en el RNE E.070, y entre otras que son necesarios para la clasificación y aceptación de las unidades que luego serán utilizadas en la construcción de pilas y muretes de albañilería.

3.1 VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613)

Las medidas del ladrillo de arcilla cocida, por lo general, varían de las dimensiones que especifica el fabricante, tanto en lo alto, largo y ancho, esto hace que en el asentado de ladrillos, el espesor de las juntas de mortero no sean uniformes, por esta razón será necesario hallar la variación dimensional y verificar que se encuentre dentro del marco de los requisitos para la aceptación de la unidad, según lo indicado en el RNE E.070.

A continuación se detallará el procedimiento de ensayo.

1. Para cada ladrillo, realizar 4 mediciones entre los puntos medios de cada cara de ladrillo, de esta manera apuntar las 4 medidas para el ancho, largo y alto, luego promediar estas medidas y obtener el largo promedio, ancho promedio y alto promedio de cada unidad.
2. De las especificaciones del ladrillo, obtener el largo específico, ancho específico y el alto específico.
3. Determinar la variación dimensional del ancho (VD ancho), largo (VD largo) y alto (VD alto) de cada muestra, restando la dimensión promedio (D_p) a la dimensión específica (D_e), dividiendo esta diferencia por la dimensión específica y multiplicando por el 100% como se muestra en la siguiente fórmula.

$$VD = \frac{(De - Dp)}{De} * 100\%$$

VD= Variación dimensional (%)

De= Dimensión específica (cm)

Dp= Dimensión promedio (cm)

4. Como resultado final se dará la VD más desfavorable de todas las unidades, los resultados se expresan sin decimales.

3.2 ALABEO (NTP 399.613)

Debido a la no uniformidad en las caras de asiento de las unidades, será necesario determinar el alabeo de la unidad de tal manera que se encuentre dentro de lo indicado en el RNE E.070 para su aceptación. El alabeo se presenta en dos formas las cuales son concavidad y convexidad. A continuación se detalla el procedimiento para la obtención del valor de alabeo.

1. Medición de la concavidad

- Para medir la concavidad se coloca sobre el área superior de asiento, una regla metálica en dirección paralela a la diagonal de la unidad
- Luego en el caso que la unidad presente concavidad se observará una luz entre la regla y la parte central de la cara superior de la unidad.
- Se introduce una cuña que con la cual se medirá la luz máxima entre la regla y la cara de la unidad.

2. Medición de la convexidad

- Para medir la convexidad se coloca sobre el área superior de asiento, una regla metálica en dirección paralela a la diagonal de la unidad
- Luego en el caso que la unidad presente convexidad se observará una luz entre la regla y las esquinas la cara superior de la unidad.

- Buscar un apoyo medio de la regla de modo que al introducir dos cuñas en las esquinas, las medidas de las luces máximas entre la regla y la cara de la unidad sean iguales.
3. Como resultado se muestra el valor más desfavorable obtenido en milímetros.

3.3 RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD (NTP 399.613)

A continuación se describirá el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia de las unidades de albañilería sometidas a compresión axial.

1. Las unidades de albañilería son puestas al horno por 24 horas como mínimo y a una temperatura entre 105°C y 115°C, ya que, antes de realizar el ensayo estas unidades deben estar totalmente secas.
2. Después del proceso de secado en el horno se debe dejar enfriar las unidades durante al menos 4 horas, luego medir el largo, ancho y alto de las unidades (Obtener al menos dos medidas por dimensión para tener las medidas promedio de cada lado).
3. Nivelar las caras de apoyo de la unidad, para ello se realiza un proceso de capeado a las unidades, el capeado se realiza con una proporción en volúmenes de yeso/cemento/arena: 1/2/2.
4. El ensayo se realiza con ayuda de una máquina de compresión calibrada que someterá a carga de compresión axial a la unidad, esta unidad se coloca en el centro de dos planchas metálicas de una pulgada de espesor, las cuales estarán centradas en dicha máquina de compresión, finalmente se aplica una carga axial a una velocidad continua como se muestra en la Figura N°7.



Figura N° 7: Unidad de albañilería sometida a esfuerzo de compresión axial.

5. La resistencia a la compresión axial de la unidad (f'_b) se calcula con la división de la carga de falla de la unidad entre el área bruta de la unidad donde se aplicará la carga axial.
6. Finalmente, la resistencia a la compresión característica de la unidad se calcula como la diferencia entre la resistencia a compresión axial promedio de todas las muestras menos la desviación estándar de todas las muestras, expresada en Kg/cm².

3.4 ABSORCIÓN (NTP 399.613)

A continuación se describirá el procedimiento para el ensayo de absorción.

1. Las unidades que se ensayaran deberán secarse al horno a una temperatura entre 105°C a 115°C, durante al menos 24 horas. Luego anotar el peso seco de las unidades (W_d).
2. Introducir las unidades dentro un recipiente con agua por 24 horas. Procurar que el nivel de agua se encuentre a un 40% de la altura del ladrillo como se muestra en la Figura N° 8.



Figura N° 8: Sumersión parcial de las unidades de albañilería.

3. Retirar las unidades del recipiente y secar el agua superficial. Anotar el peso de cada espécimen (W_s) dentro de los cinco minutos siguientes de ser retirados del agua.
4. Calcular el porcentaje de absorción como la diferencia entre el peso de la unidad luego de la sumergirla en agua menos el peso seco de la unidad, a esta diferencia dividirla entre el peso seco de la unidad y multiplicar por 100%.
5. Se dará como resultado el promedio de los porcentajes de absorción de todas las muestras

3.5 CLASIFICACIÓN Y CONDICIÓN DE ACEPTACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Se detallan las características de las unidades de albañilería para su clasificación según el RNE E.070 de Albañilería.

3.5.1 Clasificación de las unidades

De lo indicado en el RNE E.070, para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en el cuadro N° 6.

Cuadro N° 6: Requisitos que deben cumplir las unidades de albañilería para determinar su clasificación.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: RNE E.070 (2006)

3.5.2 Condición de aceptación de la unidad

Las unidades de albañilería de arcilla cocida producidas industrialmente tendrán que cumplir las condiciones de aceptación que se enmarca en el RNE E.070 de albañilería las cuales son las siguientes.

- Si los resultados de los ensayos en las unidades presentan coeficientes de variación mayores a 20%, ensayar otra muestra de unidades y en caso de persistir los resultados, rechazar el lote.
- La absorción de las unidades de arcilla será como máximo 22%.
- La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en su superficie o en su interior.
- La unidad de arcilla deberán estar bien cocida, de color uniforme y sin vitrificaciones. Al ser golpeadas, producirán un sonido metálico.

CAPÍTULO IV: PROPIEDADES DEL MORTERO SECO Y MORTERO PATRÓN.

4.1 MORTERO SECO

El mortero seco que se utilizó para la presente investigación fue el mortero existente en el mercado MORTERO CONCREMAX.

Para realizar el análisis de las propiedades del mortero seco se debe tener en cuenta que estas propiedades dependerán de los materiales que la conforman como son el agregado fino, cemento y también influirá las condiciones de elaboración, estos componentes son especificados por las empresas que producen el mortero embolsado, en ese sentido se tomara como punto de partida para el análisis del mortero, los materiales ya existentes que vienen en el embolsado, es decir, no se realizará el análisis de los componentes que conforman el mortero embolsado.

Las especificaciones que se obtienen del embolsado son: la relación volumétrica de cemento-arena y el agua que recomienda para 40 kilogramos de producto.

Los diseños de mezcla variarán de acuerdo a la cantidad de agua añadida al mortero seco, estos diseños serán los mismos que utilizaremos para la elaboración de las pilas y muretes de albañilería.

Se ensayó al mortero embolsado tanto en estado fresco como en estado endurecido.

- Ensayos del mortero en estado fresco:
 - Peso Unitario
 - Fluidez
- Ensayos del mortero en estado endurecido
 - Ensayo de resistencia a compresión del mortero.
 - Ensayo de resistencia a flexión del mortero.

Respecto a la cantidad de agua que se usara para el diseño de mezcla del mortero se analizó al mortero seco al mezclarlo con 3 cantidades distintas de agua:

- Se realizó el análisis partiendo de la cantidad de agua recomendada por el fabricante que en el caso del mortero CONCREMAX es 6 litros de agua por 40 Kg de producto.

- Se tomó como menor cantidad de agua que lo recomendado la cantidad de 5 litros por 40 Kg de producto y como mayor a lo recomendado, la cantidad de 7 litros por 40 Kg de producto.

4.2 MORTERO PATRÓN

Con la finalidad de realizar un análisis comparativo, se desarrollará un mortero patrón, cuyo diseño se realizará en base a lo especificado en el RNE E.070. Los ensayos en estado fresco y en estado endurecido del mortero patrón serán los mismos a los ensayos realizados al mortero seco, pero sólo se analizará para un diseño de mortero patrón.

Se debe tener en cuenta que las propiedades del mortero patrón dependerán de los componentes utilizados para su elaboración, es decir, agregado fino, cemento y agua, los cuales deberán cumplir con los requerimientos indicados en el RNE E.070.

4.2.1 Agregado fino

Se realizarán los siguientes ensayos para determinar las propiedades físicas del agregado fino (granulometría, módulo de fineza, peso unitario suelto, peso específico y porcentaje de absorción) que compone al mortero patrón.

4.1.1.1 Granulometría y módulo de fineza (NTP 400.012)

A continuación se detallara el procedimiento de ensayo

1. Secar al horno una cantidad del agregado fino mayor a 3 kg, la temperatura del horno debe estar entre 105° a 115°C por al menos 24 horas.
2. Luego de las 24 horas de secado, se deja enfriar la muestra un promedio de 15 minutos, luego se procede a realizar el método del cuarteo y así obtener una muestra representativa.
3. Tomar una muestra representativa de 600 gr, la cual será colocado en la malla superior de una pila de tamices que están dispuestas de manera decreciente, luego se coloca los tamices en la máquina de vibrado y

ponerlo en marcha por un minuto y medio aproximadamente (Ver Figura N° 9).



Figura N° 9: Proceso de vibrado del agregado fino.

4. Se apuntara los pesos retenidos en cada tamiz (Ver Figura N° 10).
5. Se hallara el módulo de finura (MF) del agregado fino, como la división entre la suma de los pesos retenidos acumulados de las mallas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N°50 y N° 100, entre 100.



Figura N° 10: Procedimiento para determinar la granulometría del agregado fino, material retenido en los tamices luego del vibrado (1), medición de pesos retenidos en los tamices (2).

4.1.1.2 Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017)

A continuación se detallara el procedimiento de ensayo.

1. Para obtener el PUS se realiza el proceso de secado al horno, luego se procede con el cuarteo para obtener una muestra representativa.
2. Se pesa un balde metálico de volumen 1/10 pie cúbico. Luego se llena la muestra representativa al balde, para evitar la compactación en el llenado se debe soltar el agregado fina de una altura aproximada de cinco centímetros sobre el balde. El llenado será en una capa sin compactar. Finalmente se enrasa el balde.
3. Luego se pesa la muestra en estado suelto más el balde.
4. Calcular el peso unitario suelto como la división del peso de la muestra de agregado fino en estado suelo entre el volumen del balde de 1/10 pie cúbico.

4.1.1.3 Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (NTP 400.022)

A continuación se detallará el procedimiento de ensayo.

1. Obtenemos una muestra representativa del agregado por el método de cuarteo.
2. Saturamos la muestra representativa en un balde durante 24 horas, de tal forma que el nivel del agua se encuentre por encima de la muestra (Ver Figura N° 11).



Figura N° 11: Saturación de la muestra de agregado fino durante 24 horas.

3. Una vez realizado el proceso de saturación, eliminar el agua en exceso teniendo cuidado de quitar las partículas más finas, luego se coloca la muestra saturada en una estufa y una olla para acelerar el proceso de secado, de modo que la muestra quede en estado saturado superficialmente seco como se muestra en la Figura N° 12.



Figura N° 12: Muestra del agregado fino Saturado Superficialmente Seco (SSS).

4. Se tomara 500 gramos de la muestra del agregado saturado superficialmente seco, luego es introducido en una fiola de volumen 500 cc, introducir agua en la fiola hasta llenar el 90% de su capacidad. Con la finalidad de eliminar las burbujas de aire que se generan, se hace rodar la fiola sobre una superficie plana durante 15 minutos aproximadamente.



Figura N° 13: Muestra de 500 gr de agregado fino SSS llenado en una fiola de 500 cc.

5. Una vez eliminadas las burbujas de aire se deja reposar la fiola y luego se llena la capacidad total, y se procede a pesar la fiola con la arena y el agua total (Ver Figura N° 14).



Figura N° 14: Llenado con agua del volumen total de la fiola para determinar el peso total del agua en el frasco.

6. Se extrae el material total de la fiola y luego es secado en el horno durante 24 horas y a una temperatura entre 105° a 115° C, luego se procede a pesar el material seco.
7. Calcular el peso específico de masa como la división del peso de la muestra seca al horno entre el volumen de la fiola menos el volumen del agua añadida a la fiola.

8. Calcular el porcentaje de absorción como la división de 500 gr menos el peso de la muestra seca al horno entre el peso de la muestra seca por 100%.

4.1.2 Diseño del mortero patrón

El mortero patrón diseñado para la elaboración de pilas y muretes cumple con los requisitos establecidos en el RNE E.070 de Albañilería. La dosificación que se especifica es de proporción volumétrica cemento: arena (1:4).

Los ensayos que se realizaron para determinar las propiedades físicas de la arena son fundamentales para la elaboración del diseño de mezcla del mortero patrón.

Para determinar la cantidad de agua a utilizar en el mortero patrón, se analizó distintos casos de agua de diseño, ya que el RNE E.070 no menciona una proporción específica de agua. Mediante el ensayo de fluidez se determinó la cantidad de agua de amasado tal que produzca una fluidez de $110 \pm 5\%$ luego de 25 golpes en la mesa de flujo, como indica la NTP 334.057.

4.2 PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO

A continuación se detallarán los procedimientos para realizar los ensayos de fluidez y peso unitario, estos ensayos se realizaron de acuerdo a lo indicado en la NTP.

4.2.1 Fluidez (NTP 334.057)

Una vez realizada la mezcla del mortero, se procede a llenar un tronco de cono de 10.16 cm de diámetro sobre la base de la mesa de flujo, el llenado se realiza en dos capas y con 20 golpes por capa (Ver Figura N° 15). Luego se procede a retirar el tronco de cono y seguidamente se utiliza la mesa de flujo dándole 25 golpes durante quince segundos.



Figura N° 15: Llenado de tronco de cono de 10.16 cm de base sobre la mesa de flujo.

Luego de realizar los 25 golpes se procede a medir 4 diámetros indicados por el mortero sobre la mesa de flujo como se muestra en Figura N° 16, el promedio de estas mediciones se utilizara para determinar la fluidez.

Calcular la fluidez como la división del diámetro promedio menos el diámetro inicial (10.16 cm) entre el diámetro inicial por 100%.

Finalmente, para determinar un mortero trabajable el valor de la fluidez deberá estar entre 105% y 115%.



Figura N° 16: Llenado de tronco de cono de 10.16 cm de base sobre la mesa de flujo (1), medición de diámetro luego de realizado los 25 golpes (2).

4.2.2 Peso unitario (NTP 334.005)

Se llena con mortero un recipiente metálico de 400 ml de volumen, el proceso de llenado se realiza en tres capas compactando con 25 golpes por capa. Luego se

procede con el enrasado en la parte superior del recipiente, finalmente se pesa el recipiente con mortero (Ver Figura N° 17)

Calcular el Peso Unitario como la división del peso total del mortero en el recipiente entre el volumen del recipiente (400 ml).



Figura N° 17: Medición del peso total (Peso del recipiente más peso del mortero).

4.3 PROPIEDADES DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO

A continuación se detallaran los procedimientos para determinar las propiedades del mortero en estado endurecido, donde los más representativos son el ensayo de resistencia a la compresión y el ensayo de resistencia a la flexión.

4.3.1 Resistencia a la compresión (NTP 334.051)

Se determina la resistencia a la compresión del mortero, usando especímenes cúbicos de mortero, estos especímenes son de 50 mm de lado. A continuación se detallará el procedimiento de ensayo.

1. Luego de preparar el mortero, es vertido en moldes cúbicos que son engrasados previamente, este proceso de llenado de los moldes se realiza compactando con 32 golpes realizados de manera cuadrática y en dos capas para luego enrasar cada molde (Ver Figura N° 18).



Figura N° 18: Llenado y enrasado de moldes cúbicos de 50 mm de lado.

2. Después del enrasado, se procede a cubrir los especímenes con trapo húmedo durante 24 horas, cumplido el tiempo se realiza el desmoldado de las muestras cubicas e inmediatamente son curadas en un recipiente llenado con agua y cal hasta el día de su ensayo (4 gramos de cal por 1 litro de agua) como se muestra en la Figura N° 19.



Figura N° 19: Curado de especímenes cúbicos en agua con cal (4gr de cal por litro de agua).

3. Según lo indicado en la NTP el ensayo de compresión se debe realizar a 3 especímenes como mínimo y a la misma edad desde la preparación hasta el día de ensayo (Ver Figura N° 20) y luego de extraer los especímenes de la posa de curado se procede a someter a cada una,

a esfuerzos de compresión hasta la falla, como se muestra en la Figura N° 21.



Figura N° 20: Especímenes cúbicos de mortero a ser ensayados a los 14 días de edad.



Figura N° 21: Aplicación de carga axial al espécimen cubico de mortero.

4. Hallaremos la resistencia a compresión del mortero como la división de la carga de falla del espécimen entre el área de sección cuadrada del espécimen.

5. El resultado se expresa en Kg/cm².

4.3.2 Resistencia a la flexión (NTP 334.120)

Se realiza el ensayo, usando especímenes de dimensiones 40 x 40 x 160 mm, estos especímenes serán llenados con mortero, durante el llenado serán

compactados en dos capas. Los especímenes son curadas en su molde durante un día, luego son extraídas de su molde y sumergidos en agua con cal hasta la edad de ensayo.

A continuación se detalla el procedimiento de ensayo.

1. Luego del proceso de curado (Ver figura N° 22), retirar la muestra y dejar secar durante 30 minutos aproximadamente (Ver Figura N°23).

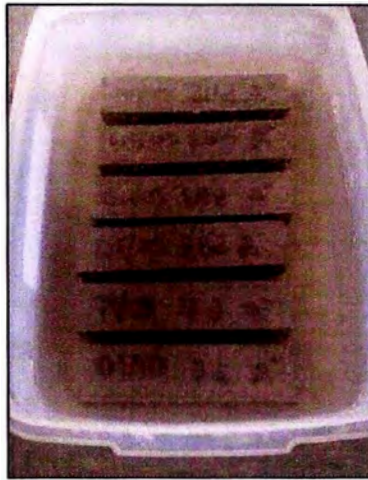


Figura N° 22: Curado de especímenes prismáticos de 40x40x160 mm de lado.



Figura N° 23: Especímenes prismáticos de 40x40x160 mm de lado para determinar la resistencia a la flexión del mortero.

2. Se procede con el marcado de los puntos donde se colocaran los apoyos y un punto medio donde se aplicara la carga al espécimen. Los puntos de apoyo están ubicados a 1 cm de los bordes del lado más largo del espécimen.

3. Aplicar la carga en el punto medio del espécimen, con ayuda de una máquina de compresión como se muestra en la Figura N° 24.

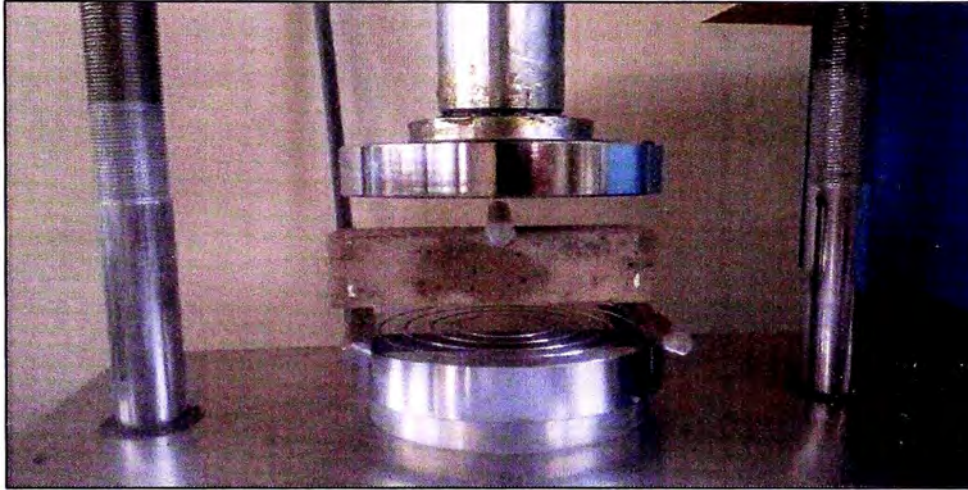


Figura N° 24: Posicionamiento de apoyos y aplicación de carga diametral en el apoyo medio en el ensayo de resistencia a la flexión.

4. Hallar la resistencia a la flexión como 3 veces la carga máxima de falla por la longitud del espécimen dividido entre 2 veces el producto del ancho del espécimen por la altura del espécimen.
5. El resultado final será el promedio de la resistencia a flexión de los especímenes ensayados y expresado en kg/cm^2 .

CAPÍTULO V: DESCRIPCIÓN Y PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA.

En el presente capítulo se describirá los procedimientos de los ensayos experimentales en pilas y muretes, con el fin de determinar las principales propiedades de resistencia del muro de albañilería, empleando un tipo de ladrillo especificado en el Capítulo III, así como el mortero patrón y el mortero seco al cual se le variará la cantidad de agua añadida y así determinar su influencia en dichas propiedades.

Antes de realizar una descripción del procedimiento seguido para la elaboración de pilas y muretes, se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la elaboración con el mortero patrón, se utilizó el mortero de proporciones cemento: arena – 1:4 en volumen, de cemento Portland TIPO I SOL y arena de la cantera trapiche.

Respecto a la cantidad de agua utilizada para la elaboración del mortero patrón, se preparó el mortero con distintas proporciones de agua, siendo la cantidad de agua utilizada, la que le proporcione al mortero una fluidez entre 105 a 115%.

- Para la elaboración con el mortero seco, se utilizó el mortero TOPEX MORTERO fabricado industrialmente, de la marca CONCREMAX.

Respecto al agua que se añadirá a la mezcla seca, se tomó como referencia la cantidad de agua recomendada por el fabricante (6 litros para 40 Kg de mortero seco) y se realizó tres diseños, las cuales fueron 5, 6 y 7 litros de agua para 40 Kg de mortero seco respectivamente (Ver Cuadro N° 11).

- Se utilizó un tipo de unidad de albañilería de arcilla cocida:
Ladrillo King Kong perforado 18 huecos de 9x12.5x23 cm, fabricado industrialmente de la marca PIRÁMIDE.

5.1 ELABORACIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

El proceso de elaboración de pilas con mortero seco y mortero patrón básicamente es la misma, la única variable es el diseño de mortero que se utilizará.

Las pilas de albañilería fueron elaboradas con 4 unidades adheridas con mortero una sobre otra, la junta de mortero fue de 1 cm de espesor y el asentado de las unidades fue tipo sogá.

A continuación se detalla el procedimiento de elaboración.

1. Las unidades deberán estar limpias y libre de cualquier material externo adherido.
2. Se deberá saturar las unidades sumergiéndolas en agua al menos tres minutos con el fin de evitar que el agua del mortero sea absorbido.
3. Las pilas estarán compuestas de cuatro unidades adheridas con mortero una sobre otra, el asentado de las unidades será realizado sobre una superficie plana y nivelada, la junta de mortero será de un centímetro, luego del asentado verificar que la pila se encuentre vertical y a plomo. Una vez elaborada la pila de albañilería esta será cubierta.
4. Con la finalidad de nivelar las caras superior e inferior de las pilas se realizara un proceso de capeado. Este proceso se hará cuatro días antes de la edad de ensayo con una proporción volumétrica de Yeso/Cemento/Agua: 1/2/2, como se muestra en la Figura N° 25. Finalmente cubrir la pila hasta el día de ensayo.



Figura N° 25: Capeado y nivelado de pilas de albañilería.

5.2 ELABORACIÓN DE MURETES DE ALBAÑILERÍA

Al igual que la elaboración de las pilas de albañilería, el procedimiento de elaboración de muretes con mortero seco y mortero patrón es el mismo, con la diferencia que se utilizara diferente diseño de mortero.

El murete de albañilería está conformado de unidades de albañilería adheridas con mortero, juntas de espesor 1 cm y asentado tipo sogá. De lo especificado en la NTP 399.621 la dimensión mínima para el murete es de 600 mm x 600 mm.

A continuación se detalla el procedimiento de elaboración:

1. Las unidades deberán estar limpias y libre de algún material externo adherido.
2. Se deberá saturar las unidades sumergiéndolas en agua al menos tres minutos con el fin de evitar que el agua del mortero sea absorbido.
3. Los muretes estarán compuestos de 6 hiladas de ladrillos adheridas con mortero, el asentado de las unidades será realizado sobre una superficie plana y nivelada, la junta de mortero será de un centímetro, luego del asentado verificar que el murete se encuentre nivelado y a plomo. Una vez elaborado el murete este será cubierto.
4. Con la finalidad de evitar una falla local de los ladrillos en contacto con las escuadras de carga, las unidades huecas en contacto deberán ser rellenados con un mortero de proporciones cemento/arena: 1/3.

En la Figura N° 26 podemos observar el procedimiento de elaboración de muretes de albañilería con el mortero tradicional.



Figura N° 26: Elaboración de muretes de albañilería.

En la Figura N° 27 se observa el total de muretes elaborados con mortero seco y mortero patrón.



Figura N° 27: Total de muretes elaborados con mortero seco y mortero patrón.

5.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.605)

El ensayo de compresión axial en pilas de albañilería se realizará de acuerdo a lo indicado en la NTP 399.605, a las edades de 14, 21 y 28 días de elaborada la muestra. El proceso para realizar el ensayo de compresión es el mismo para la pila elaborada con mortero patrón y mortero seco.

El procedimiento de ensayo es el siguiente:

1. Luego de elaboradas las pilas a ser ensayadas (Ver Figura N° 28), estas se colocan en el centro de eje de la máquina de compresión y entre dos planchas metálicas de espesor de 1 pulgada. Luego se aplicara una carga de compresión continua (Ver Figura N° 29).



Figura N° 28: Muestra de pilas de albañilería para ensayo de compresión axial.

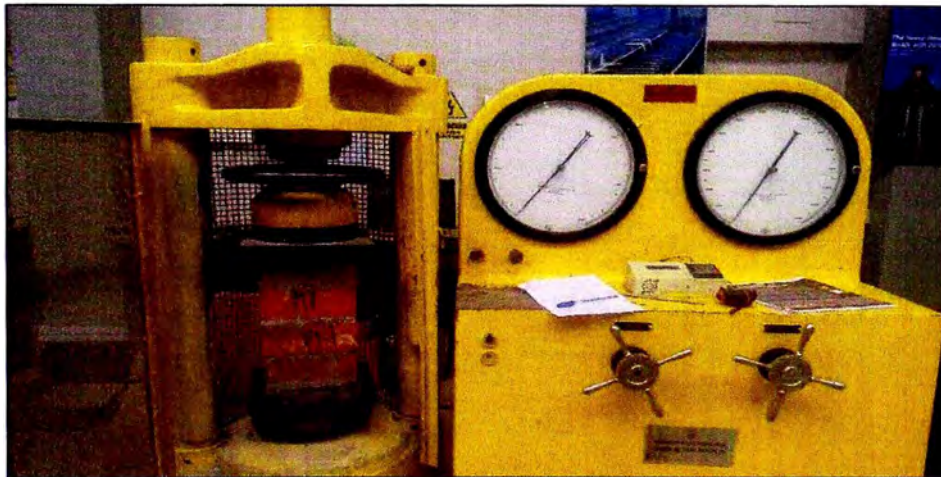


Figura N° 29: Aplicación de carga axial en pila de albañilería.

2. Apuntar la carga de falla de la pila y hallar la resistencia a la compresión de cada espécimen como la división del producto del coeficiente de corrección por esbeltez (t) por la carga de falla entre el área bruta de la cara de apoyo de la pila.
3. Se calculará la resistencia a la compresión axial promedio (f'_{mp}) y la desviación estándar (DE) de los especímenes ensayados, que tengan las mismas características de elaboración.
4. Calcular la resistencia a compresión característica de la pila de albañilería (f'_{mc}) como la diferencia de la resistencia característica promedio de los especímenes ensayados menos la desviación estándar.

5.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA (NTP 399.621)

El ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería se realizará de acuerdo a lo indicado en la NTP 399.621, a las edades de 14, 21 y 28 días de elaborada la muestra. El proceso para realizar el ensayo de compresión diagonal es el mismo para los muretes elaborados con mortero seco y mortero patrón.

El procedimiento de ensayo es el siguiente:

1. Colocar las escuadras de carga en la máquina de compresión, luego colocar el murete de albañilería con la diagonal en dirección paralela al vector gravedad, de tal manera que las unidades que han sido rellenas con mortero se apoyen en las escuadras de carga como se muestra en la Figura N° 30.



Figura N° 30: Colocación del murete de albañilería, con la diagonal del murete en dirección paralela a la gravedad.

2. Una vez colocado el murete de albañilería sobre la máquina de compresión, se aplicara la carga de compresión hasta llegar a la carga de falla (Ver Figura N° 31).



Figura N° 31: Aplicación de carga de compresión diagonal sobre el murete.

3. Hallar la resistencia a la compresión de cada murete con la siguiente formula.

$$v'm = (0.707 * P) / Ab \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

P: Carga de falla (kg).

Ab: Área bruta del espécimen (cm²)

$$Ab = (E * (L + H)) / 2 \text{ cm}^2$$

Donde:

L: Largo del murete (cm).

H: Altura del murete (cm).

E: Espesor del murete (cm).

5. Calcular la resistencia a la compresión diagonal promedio ($v'm_p$) y la desviación estándar (DE) de los especímenes ensayados, que tengan las mismas características de elaboración.
6. Calcular la resistencia a compresión diagonal característica del murete de albañilería ($v'm_c$) como la diferencia de la resistencia a la compresión diagonal promedio de todos los especímenes menos la desviación estándar.

En las Figuras N° 32, 33, 34 y 35 se observan los modos de falla luego de ser ensayados los muretes elaborados con mortero patrón y mortero CONCREMAX (Mezclado con menor, igual y mayor cantidad de agua que lo recomendado).

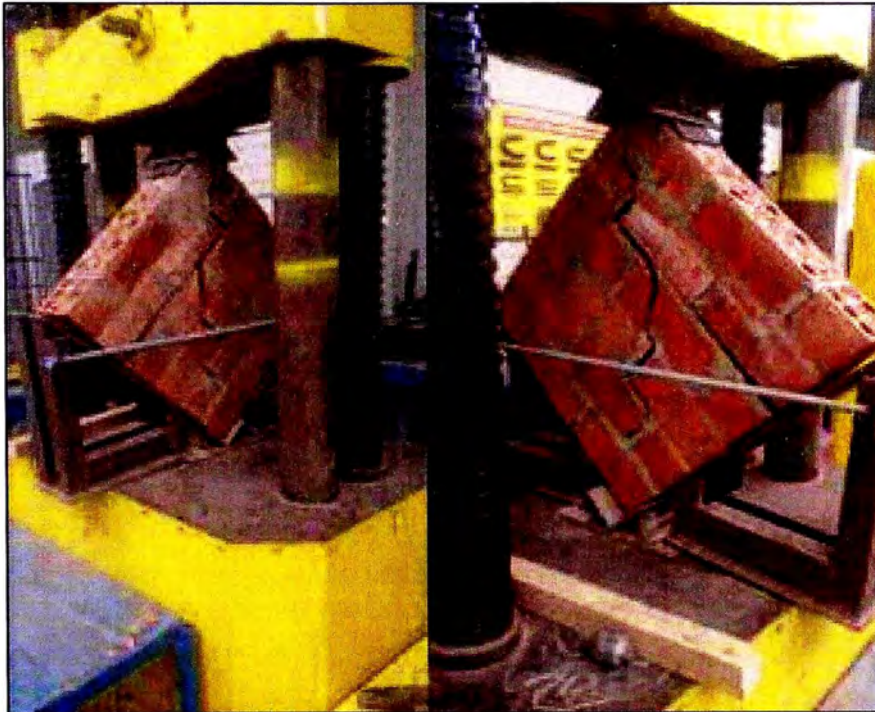


Figura N° 32: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero patrón.



Figura N° 33: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero embolsado mezclado con 5 Litros de agua por 40 Kg de producto.



Figura N° 34: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero embolsado mezclado con 6 Litros de agua por 40 Kg de producto.



Figura N° 35: Modo de falla del murete en el ensayo de compresión diagonal a los 28 días, empleando el mortero embolsado mezclado con 7 Litros de agua por 40 Kg de producto.

CAPITULO VI: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**6.1 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA****6.1.1 Ensayo de variación dimensional**

Norma utilizada NTP 399.613.

Cuadro N° 7: Valores obtenidos del ensayo de variación dimensional, ladrillo KK 18H de 9x12.5x23 cm.

LADRILLO KK18 HUECOS DE 9X12.5X23 cm						
MUESTRA	LARGO PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	ALTURA PROMEDIO	%VD LARGO	%VD ANCHO	%VD ALTURA
M1	22.70	12.20	8.83	1.30	2.40	1.94
M2	22.70	12.18	9.03	1.30	2.60	-0.28
M3	22.55	12.15	8.98	1.96	2.80	0.28
M4	22.58	12.15	9.05	1.85	2.80	-0.56
M5	22.73	12.15	9.05	1.20	2.80	-0.56
M6	22.58	12.18	9.00	1.85	2.60	0.00
M7	22.55	12.20	8.83	1.96	2.40	1.94
M8	22.88	12.15	9.08	0.54	2.80	-0.83
M9	22.83	12.20	9.08	0.76	2.40	-0.83
M10	22.98	12.33	9.03	0.11	1.40	-0.28

% VD LARGO DESFAVORABLE
1.96

% VD ANCHO DESFAVORABLE
2.80

% VD ALTURA DESFAVORABLE
1.94

6.1.2 Ensayo de alabeo

Norma utilizada NTP 399.613.

Cuadro N° 8: Resultado del ensayo de alabeo, ladrillo KK 18H de 9x12.5x23 cm.

LADRILLO KK 18 HUECOS DE 9X12.5X23 cm			
MUESTRA	CONCAVIDAD MÁXIMA (mm)	CONVEXIDAD MÁXIMA (mm)	VALOR MÁS DESFAVORABLE
M1	1.25	0	1.25
M2	0.5	0	0.5
M3	1	0.5	1
M4	1	0.5	1
M5	1	0.5	1
M6	0.75	0	0.75
M7	1	0.5	1
M8	1	0.5	1
M9	0.5	0	0.5
M10	0.5	0	0.5
MÁXIMO			1.25

ALABEO (mm)	1.25
--------------------	------

6.1.3 Ensayo de resistencia a la compresión

Norma utilizada NTP 399.613.

Cuadro N° 9: Valores obtenidos del ensayo de resistencia a compresión, ladrillo KK 18H 9x12.5x23 cm.

LADRILLO KK 18 HUECOS DE 9X12.5X23 cm			
MUESTRA	ÁREA BRUTA (cm ² .)	CARGA (P) (Kg.)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
M1	274.24	62000	226.08
M2	273.42	58000	212.13
M3	277.93	55000	197.89
M4	278.47	44000	158.01
M5	283.17	52000	183.64
PROMEDIO			195.55

DESVIACIÓN ESTANDAR (DE)	26.28	Kg/cm²
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)	13.44	%
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESION (f_{bc})	169.26	Kg/cm²

6.1.4 Ensayo de absorción

Norma utilizada NTP 399.613.

Cuadro N° 10: Resultado del ensayo de absorción,
ladrillo KK 18H 9x12.5x23 cm.

LADRILLO KK 18 HUECOS DE 9X12.5X23 cm			
M	PESO DE LOS ESPECÍMENES		ABSORCIÓN (%)
	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO (gr)	
M1	2709.2	3013.3	11.22
M2	2801	3101.1	10.71
M3	2696.2	2990.6	10.92
M4	2783.9	3093.1	11.11
M5	2749.9	3058.8	11.23
PROMEDIO			11.04

ABSORCIÓN (A)	11.04	%
---------------	-------	---

6.1.5 Resumen

Cuadro N° 11: Resumen de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de arcilla cocida, ladrillo KK 18H 9x12.5x23 cm.

LADRILLO KK 18 HUECOS DE 9X12.5X23 cm					
VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (MÁXIMO EN %)			ALABEO MÁXIMO (mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION (Kg/cm ²)	ABSORCIÓN %
HASTA 100 mm	HASTA 150 mm	MAYOR DE 150 mm			
1.94	2.80	1.96	1.25	169.26	11.04

6.2 RESULTADOS DE ENSAYOS DEL AGREGADO FINO

6.2.1 Ensayos de granulometría y módulo de fineza

Norma utilizada NTP 400.012.

Cuadro N° 12: Resultado de la composición granulométrica del agregado fino.

TAMIZ MALLA N°	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	20.00	3.33	3.33	96.67
N° 16	133.70	22.28	25.62	74.38
N° 30	161.90	26.98	52.60	47.40
N° 50	126.60	21.10	73.70	26.30
N° 100	77.80	12.97	86.67	13.33
FONDO	80.00	13.33	100.00	0.00
TOTAL	600.00	100.00		

MÓDULO DE FINEZA	2.42
-------------------------	------

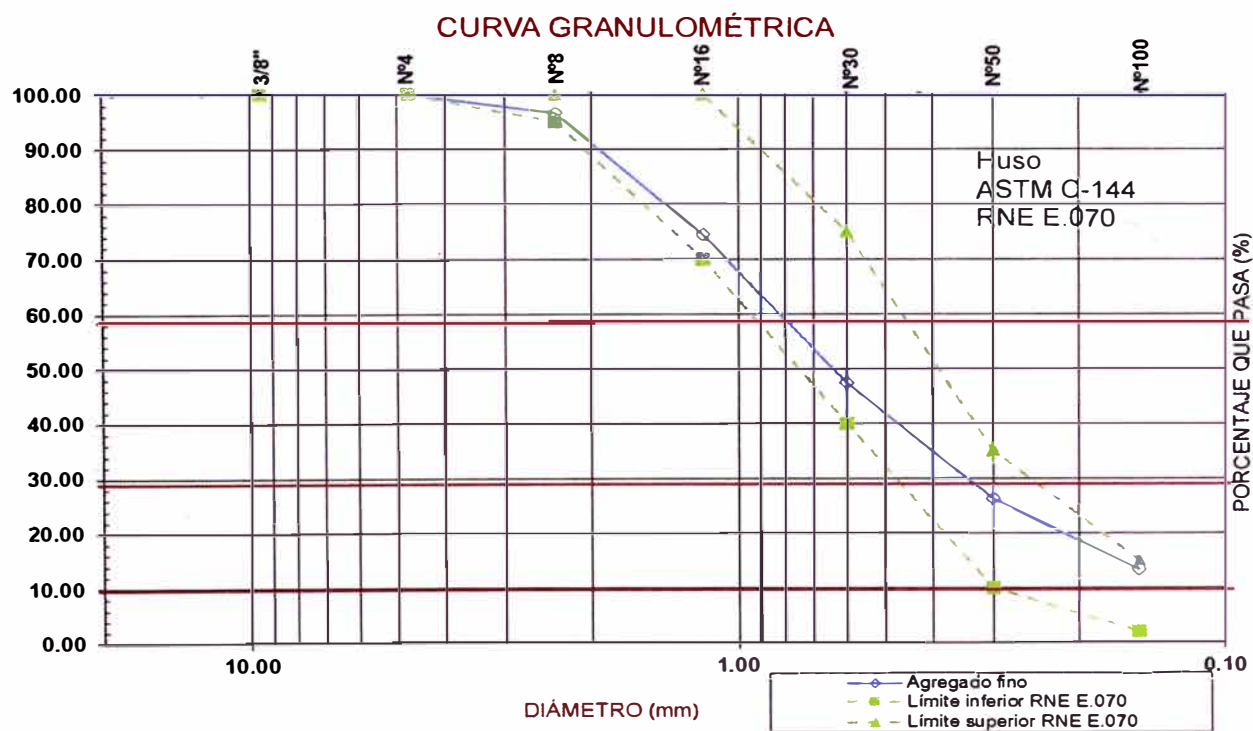


Gráfico N° 1: Curva granulométrica del agregado fino.

6.2.2 Ensayo de peso unitario suelto

Norma utilizada NTP 400.017.

Cuadro N° 13: Valores obtenidos del ensayo de PUS de la arena gruesa.

CARÁCTERÍSTICA	AGREGADO FINO	UND.
PESO DE LA MUESTRA SECA + PESO BALDE ($W_{ms}+W_r$)	6.1253	kg
PESO DEL BALDE (W_r)	1.5776	kg
PESO DE LA MUESTRA SECA (W_{ms})	4.5477	kg
VOLUMEN DEL BALDE (V)	0.0028	m ³

PESO UNITARIO SUELTO	1606.95	kg/m ³
----------------------	---------	-------------------

6.2.3 Ensayos de peso específico y absorción

Norma utilizada NTP 400.022.

Cuadro N° 14: Valores obtenidos de los ensayos de porcentaje de absorción y peso específico de la arena gruesa.

CARACTERÍSTICA	AGREGADO FINO	UND.
PESO DE LA ARENA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (SS)	500	gr
PESO DE LA ARENA SSS+PESO DE LA FIOLA+PESO DEL AGUA	951.23	gr
PESO DE LA FIOLA	142.50	gr
PESO DEL AGUA	308.73	gr
PESO DE LA ARENA SECA	492.5	gr
VOLUMEN DE LA FIOLA	500	cm ³

PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.57	gr/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.52	%

6.2.4 Resumen

Cuadro N° 15: Resumen de las principales características físicas del agregado fino.

RESUMEN DE PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO				
Peso unitario suelto (Kg/m ³)	Peso específico de masa (gr/cc)	Porcentaje de absorción (%)	Módulo de fineza	Granulometría
1606.95	2.57	1.52	2.42	RNE E.070

6.3 RESULTADOS DE ENSAYOS DEL MORTERO

6.3.1 Ensayos de fluidez

Norma utilizada NTP 334.057.

MORTERO SECO

Cuadro N° 16: Valores de Fluidez del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO			
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX		
AGUA DE DISEÑO	5 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO		
N° DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	FLUIDEZ (%)
1	14.13	14.92	46.80
	15.78		
	14.34		
	15.41		
2	15.36	15.06	48.23
	14.97		
	15.41		
	14.50		
3	15.38	14.83	45.94
	15.70		
	13.59		
	14.64		

FLUIDEZ PROMEDIO = 46.99%

Cuadro N° 17: Valores de Fluidez del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO			
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX		
AGUA DE DISEÑO	6 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO		
N° DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	FLUIDEZ
1	18.00	18.06	77.71
	18.13		
	17.65		
	18.44		
2	17.66	17.75	74.70
	17.53		
	17.33		
	18.48		
3	18.63	18.80	84.99
	19.00		
	18.77		
	18.78		

FLUIDEZ PROMEDIO = 79.13%

Cuadro N° 18: Valores de Fluidez del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO			
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX		
AGUA DE DISEÑO	7 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO		
N° DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	FLUIDEZ
1	20.00	20.36	100.42
	20.05		
	20.55		
	20.85		
2	20.90	21.23	108.91
	21.90		
	21.20		
	20.90		
3	22.40	21.95	116.04
	22.10		
	21.15		
	22.15		

FLUIDEZ PROMEDIO = 108.46%

MORTERO PATRÓN

Para determinar la cantidad de agua para el diseño del mortero patrón se realizó ensayos de fluidez con diferentes cantidades de agua.

Cuadro N° 19: Valores de Fluidez del mortero Patrón – Agua de diseño: 7 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO			
MORTERO PATRÓN			
AGUA DE DISEÑO	7 LITROS DE AGUA POR 40KG DE MORTERO C/A=1/4		
N° DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	FLUIDEZ
1	19.22	19.40	90.97
	19.63		
	19.41		
	19.35		
2	19.22	19.27	89.64
	19.10		
	19.35		
	19.40		
3	19.66	19.47	91.58
	19.50		
	19.35		
	19.35		

FLUIDEZ PROMEDIO = 90.73%

Cuadro N° 20: Valores de Fluidez del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO			
MORTERO PATRÓN			
AGUA DE DISEÑO	8 LITROS DE AGUA POR 40KG DE MORTERO C/A=1/4		
N° DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	FLUIDEZ
1	21.45	21.72	113.78
	21.90		
	21.68		
	21.85		
2	21.14	21.17	108.39
	21.05		
	21.05		
	21.45		
3	21.83	21.64	112.97
	21.70		
	21.42		
	21.60		

FLUIDEZ PROMEDIO = 111.71%

Cuadro N° 21: Valores de Fluidez del mortero Patrón – Agua de diseño: 9 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL MORTERO			
MORTERO PATRÓN			
AGUA DE DISEÑO	9 LITROS DE AGUA POR 40KG DE MORTERO C/A=1/4		
N° DE ENSAYO	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	FLUIDEZ
1	22.74	22.81	124.48
	22.94		
	22.88		
	22.67		
2	22.85	22.60	122.39
	22.36		
	22.32		
	22.85		
3	22.20	22.20	118.53
	22.20		
	22.30		
	22.11		

FLUIDEZ PROMEDIO = 121.80%

De los ensayos, escogimos el que mostró valores de fluidez entre 105% y 115% como se indica en la NTP 334.057, por tanto usamos 8.0 litros por 40 kg de mortero patrón.

6.3.2 Ensayos de peso unitario

Norma utilizada NTP 334.005.

MORTERO SECO

Cuadro N° 22: Valores de Peso unitario del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros de agua por 40 kg de producto.

ENSAYO PESO UNITARIO DEL MORTERO			
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX		
AGUA DE DISEÑO	5 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO		
N° DE ENSAYO	PESO TOTAL (gr)	PESO NETO (gr)	P.U (g/cm ³)
1	1576.60	817.10	2.04
2	1567.30	807.80	2.02
3	1564.40	804.90	2.01

P.U PROMEDIO (g/cm³) = 2.02

Cuadro N° 23: Valores de Peso unitario del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO PESO UNITARIO DEL MORTERO			
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX		
AGUA DE DISEÑO	6 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO		
N° DE ENSAYO	PESO TOTAL (gr)	PESO NETO (gr)	P.U (g/cm ³)
1	1615.10	855.60	2.14
2	1611.30	851.80	2.13
3	1618.50	859.00	2.15

P.U PROMEDIO (g/cm ³) = 2.14
--

Cuadro N° 24: Valores de Peso unitario del mortero MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO PESO UNITARIO DEL MORTERO			
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX		
AGUA DE DISEÑO	7 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO		
N° DE ENSAYO	PESO TOTAL (gr)	PESO NETO (gr)	P.U (g/cm ³)
1	1617.30	857.80	2.14
2	1622.20	862.70	2.16
3	1615.70	856.20	2.14

P.U PROMEDIO (g/cm ³) = 2.15
--

MORTERO PATRÓN

Cuadro N° 25: Peso unitario del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.

ENSAYO PESO UNITARIO DEL MORTERO			
MORTERO PATRÓN			
AGUA DE DISEÑO	8 LITROS POR 40KG DE MORTERO C/A=1/4		
N° DE ENSAYO	PESO TOTAL (gr)	PESO NETO (gr)	P.U (g/cm ³)
1	1586.50	827.00	2.07
2	1590.60	831.10	2.08
3	1587.80	828.30	2.07

P.U PROMEDIO (g/cm ³) = 2.07
--

6.3.3 Ensayos de resistencia a la compresión

Norma utilizada NTP 334.051.

Cuadro N° 26: Resultados de resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO												
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX											
AGUA DE DISEÑO	5 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO											
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS			14 DÍAS			28 DÍAS					
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M4	M5	M6
LADO 1 (cm)	5.10	5.06	5.08	5.02	5.10	5.08	5.10	5.10	5.08	5.10	5.09	5.10
LADO 2 (cm)	5.08	5.08	5.14	5.12	5.10	5.10	5.04	5.12	5.04	5.00	5.04	5.10
ÁREA SECCIÓN (cm ²)	25.91	25.70	26.11	25.70	26.01	25.91	25.70	26.11	25.60	25.50	25.65	26.01
CARGA DE FALLA (KN)	35.78	31.62	34.29	41.84	44.86	42.46	47.35	45.20	48.10	47.30	48.62	45.44
CARGA DE FALLA (Kg)	3647.30	3223.24	3495.41	4265.04	4572.88	4328.24	4826.71	4607.54	4903.16	4821.61	4956.17	4632.01
RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	140.78	125.39	133.87	165.94	175.81	167.06	187.78	176.45	191.51	189.08	193.20	178.09
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	7.71			5.41			7.05					
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	5.78			3.19			3.79					
R. COMPRESIÓN promedio (Kg/cm ²)	133.35			169.60			186.02					

“Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería”

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mortero Concremax, 5 Litros por 40 Kg de producto

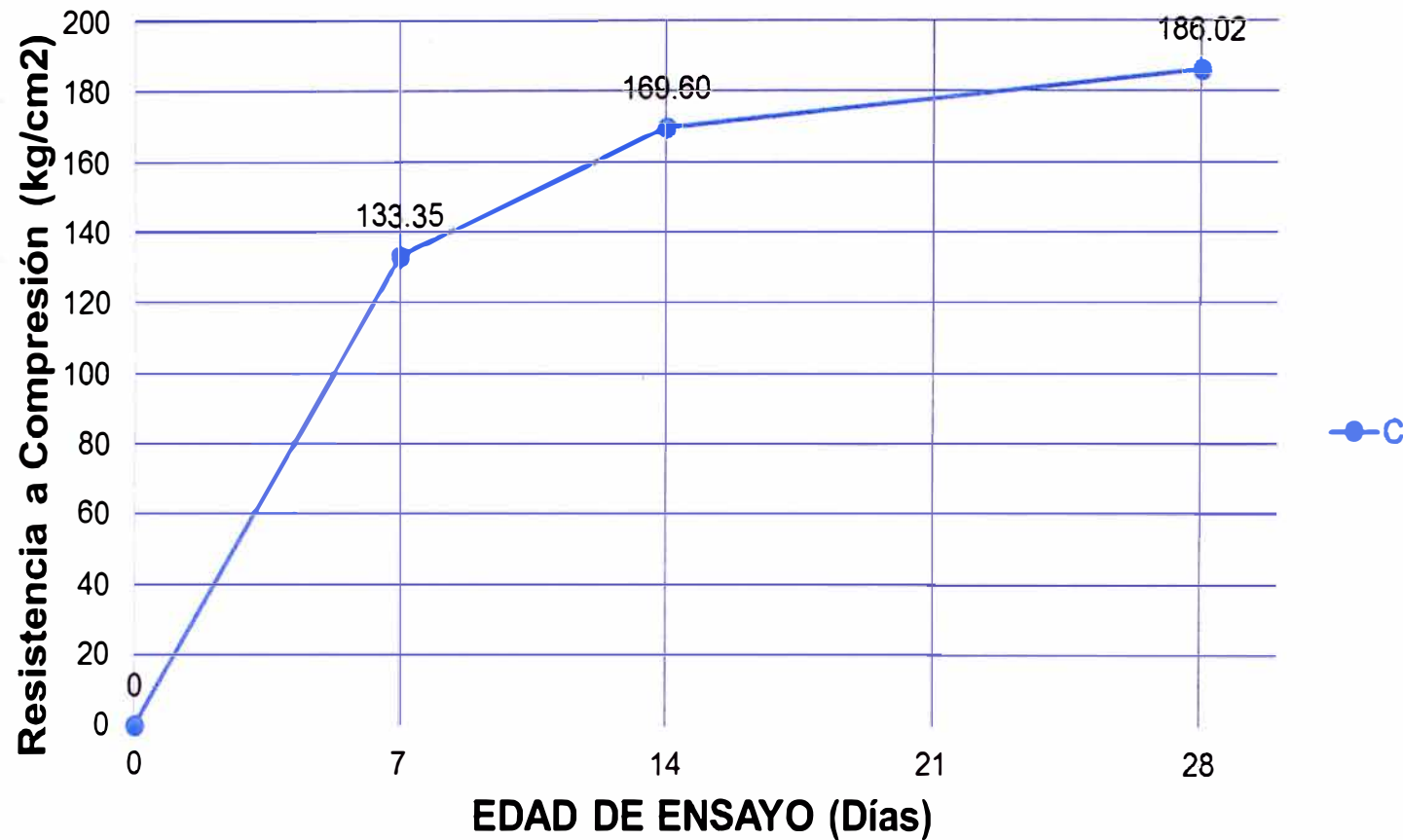


Gráfico N° 2: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.

Cuadro N° 27: Resultado de resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO												
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX											
AGUA DE DISEÑO	6 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO											
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS			14 DÍAS			28 DÍAS					
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M4	M5	M6
LADO 1 (cm)	5.04	5.10	5.14	5.08	5.09	5.09	5.11	5.11	5.07	5.10	5.10	5.00
LADO 2 (cm)	5.05	5.06	5.15	5.06	5.06	5.05	5.05	5.05	5.12	5.05	5.10	5.02
ÁREA SECCIÓN (cm ²)	25.45	25.81	26.47	25.70	25.76	25.70	25.81	25.81	25.96	25.76	26.01	25.10
CARGA DE FALLA (KN)	28.58	28.80	28.80	35.74	33.98	34.64	39.43	38.02	38.64	37.97	39.78	37.18
CARGA DE FALLA (Kg)	2913.35	2935.78	2935.78	3643.22	3463.81	3531.09	4019.37	3875.64	3938.84	3870.54	4055.05	3790.01
RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	114.46	113.76	110.91	141.73	134.49	137.37	155.76	150.19	151.74	150.28	155.90	151.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	1.89			3.65			2.66					
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	1.67			2.65			1.74					
R. COMPRESIÓN promedio (Kg/cm ²)	113.04			137.86			152.48					

"Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería"

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mortero Concremax, 6 Litros por 40 Kg de producto

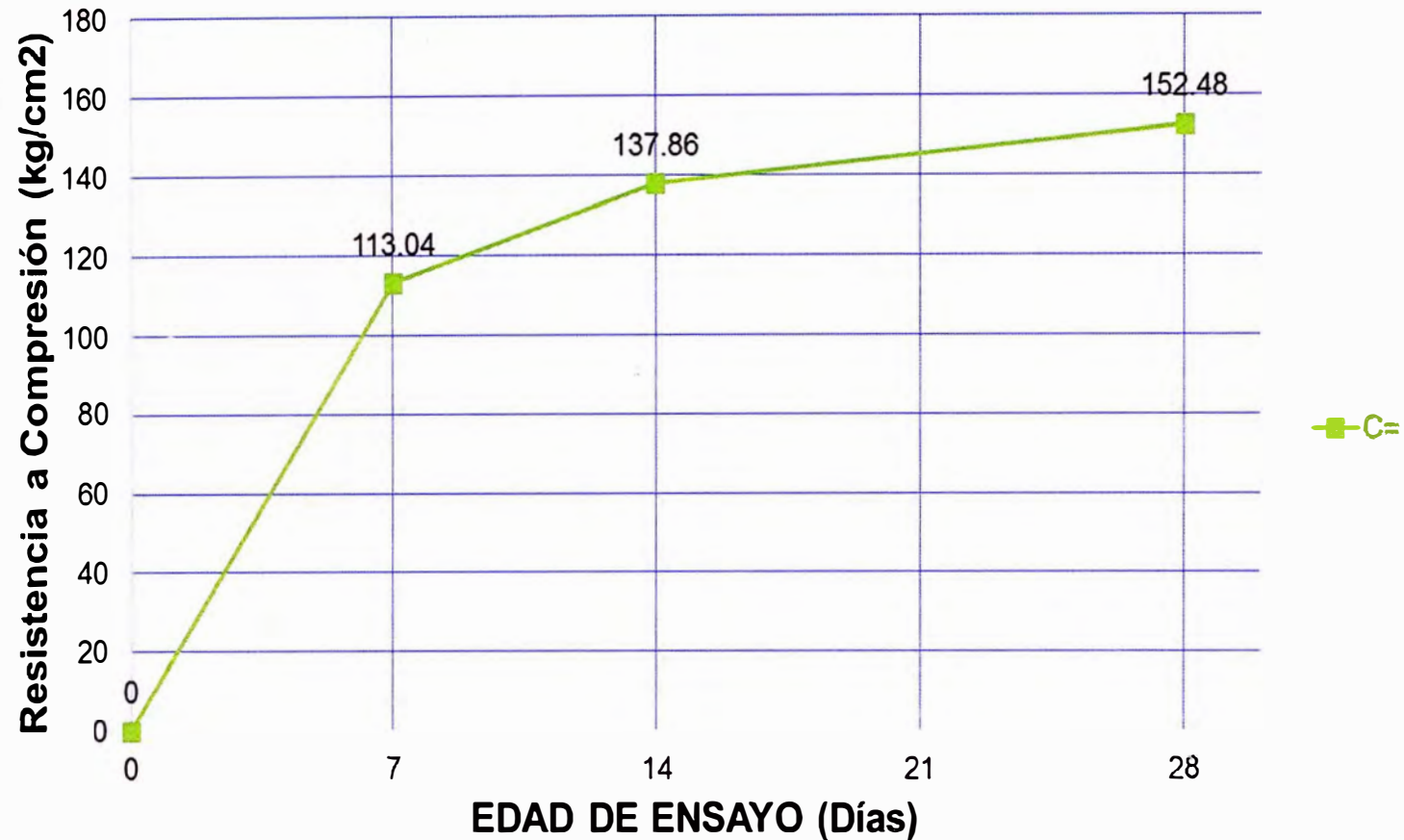


Gráfico N° 3: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño 6 Litros por 40 Kg de producto.

Cuadro N° 28: Resultado de resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros de agua por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO												
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX											
AGUA DE DISEÑO	7 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO											
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS			14 DÍAS			28 DÍAS					
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M4	M5	M6
LADO 1 (cm)	5.07	5.00	5.10	5.10	5.08	5.10	5.07	5.10	5.12	5.10	5.09	5.04
LADO 2 (cm)	5.08	5.10	5.14	5.10	5.09	5.07	5.08	5.05	5.08	5.02	5.05	5.09
ÁREA SECCIÓN (cm ²)	25.76	25.50	26.21	26.01	25.86	25.86	25.76	25.76	26.01	25.60	25.70	25.65
CARGA DE FALLA (KN)	22.96	22.80	22.06	24.64	25.14	24.50	26.64	28.98	27.52	29.20	29.80	28.48
CARGA DE FALLA (Kg)	2340.47	2324.16	2248.73	2511.72	2562.69	2497.45	2715.60	2954.13	2805.30	2976.55	3037.72	2903.16
RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	90.87	91.14	85.78	96.57	99.11	96.59	105.44	114.70	107.86	116.26	118.18	113.17
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	3.02			1.46			4.96					
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	3.38			1.50			4.41					
R. COMPRESIÓN promedio (Kg/cm ²)	89.27			97.42			112.60					

"Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería"

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mortero Concremax, 7 Litros por 40 Kg de producto

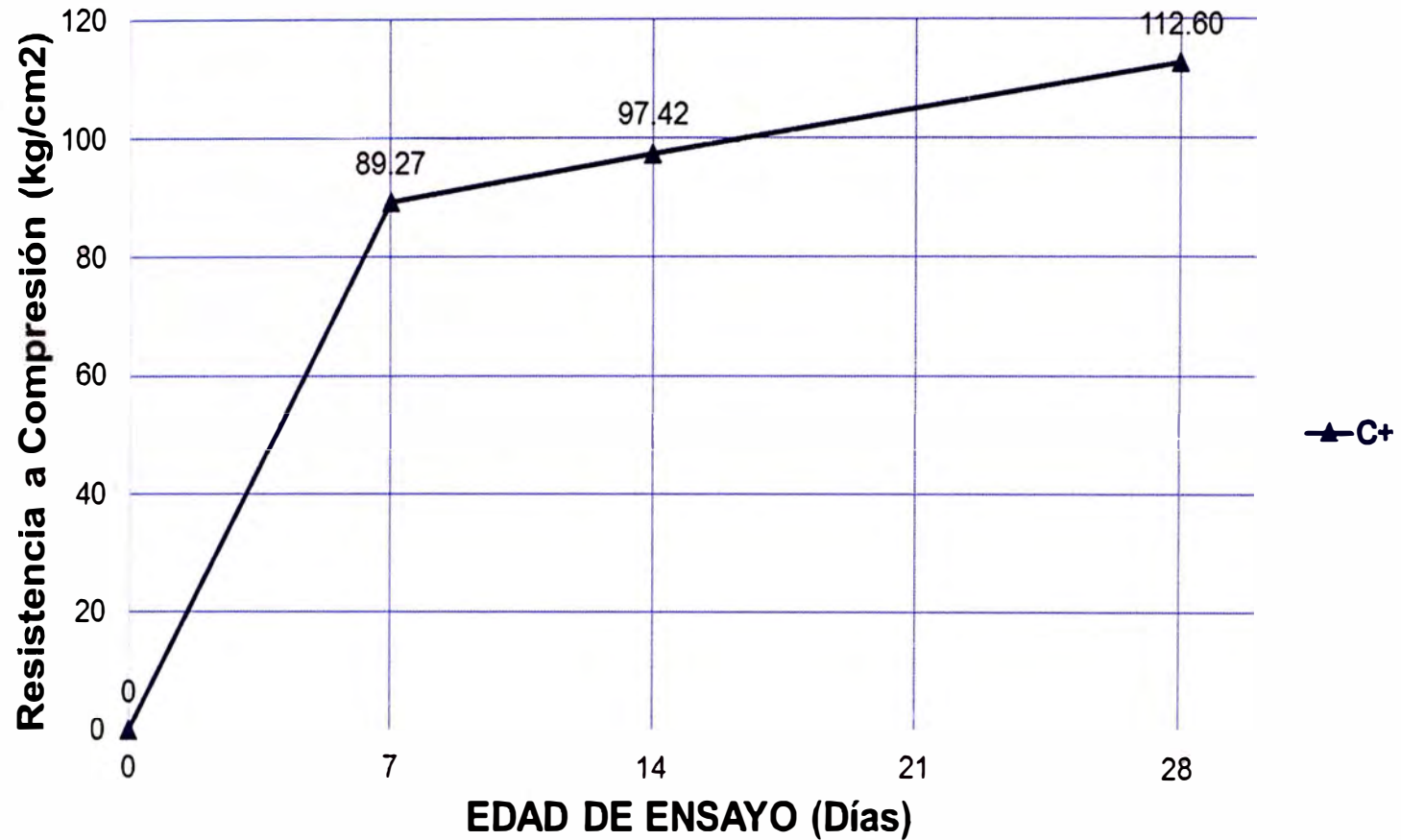


Gráfico N° 4: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

MORTERO PATRÓN

Cuadro N° 29: Resultado de resistencia a la compresión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO												
PRODUCTO	MORTERO PATRÓN											
AGUA DE DISEÑO	8 LITROS POR 40KG DE PRODUCTO											
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS			14 DÍAS			28 DÍAS					
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M4	M5	M6
LADO 1 (cm)	5.10	5.10	5.09	5.10	5.10	5.10	5.10	5.08	5.10	5.10	5.03	5.00
LADO 2 (cm)	5.05	5.03	5.04	5.05	5.03	5.03	5.07	5.09	5.00	5.09	5.13	5.10
ÁREA SECCIÓN (cm ²)	25.76	25.65	25.65	25.76	25.65	25.65	25.86	25.86	25.50	25.96	25.80	25.50
CARGA DE FALLA (KN)	23.18	23.39	21.84	27.62	25.94	27.84	27.30	32.46	32.18	30.88	32.60	30.52
CARGA DE FALLA (Kg)	2362.90	2384.30	2226.30	2815.49	2644.24	2837.92	2782.87	3308.87	3280.33	3147.81	3323.14	3111.11
RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	91.75	92.94	86.78	109.32	103.08	110.63	107.63	127.97	128.64	121.26	128.78	122.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	3.27			4.03			8.12					
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	3.61			3.75			6.62					
R. COMPRESIÓN promedio (Kg/cm ²)	90.49			107.67			122.71					

"Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería"

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN Mortero Patrón, 8 Litros por 40 Kg de mortero

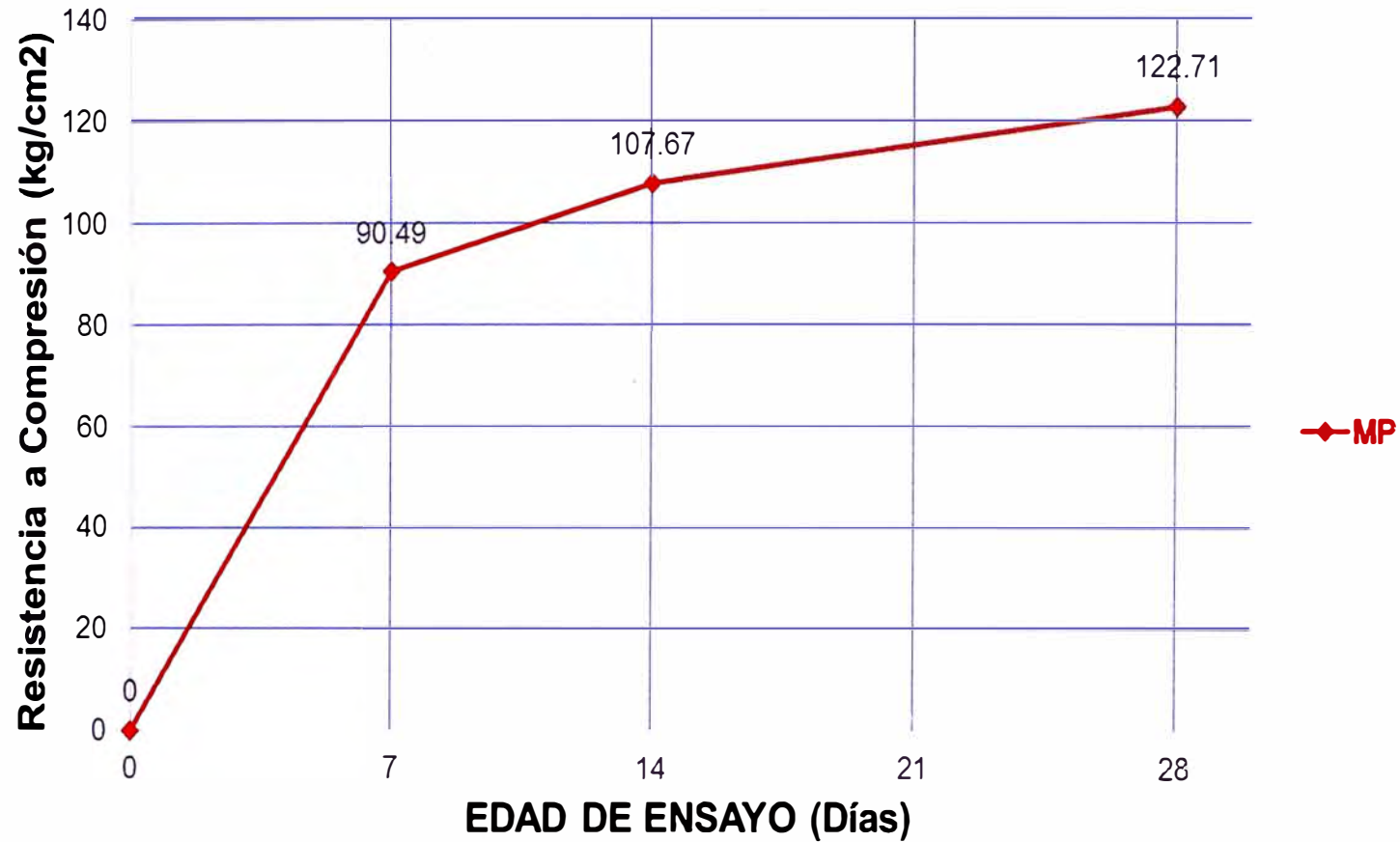


Gráfico N° 5: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN MORTERO CONCREMAX VS MORTERO PATRÓN

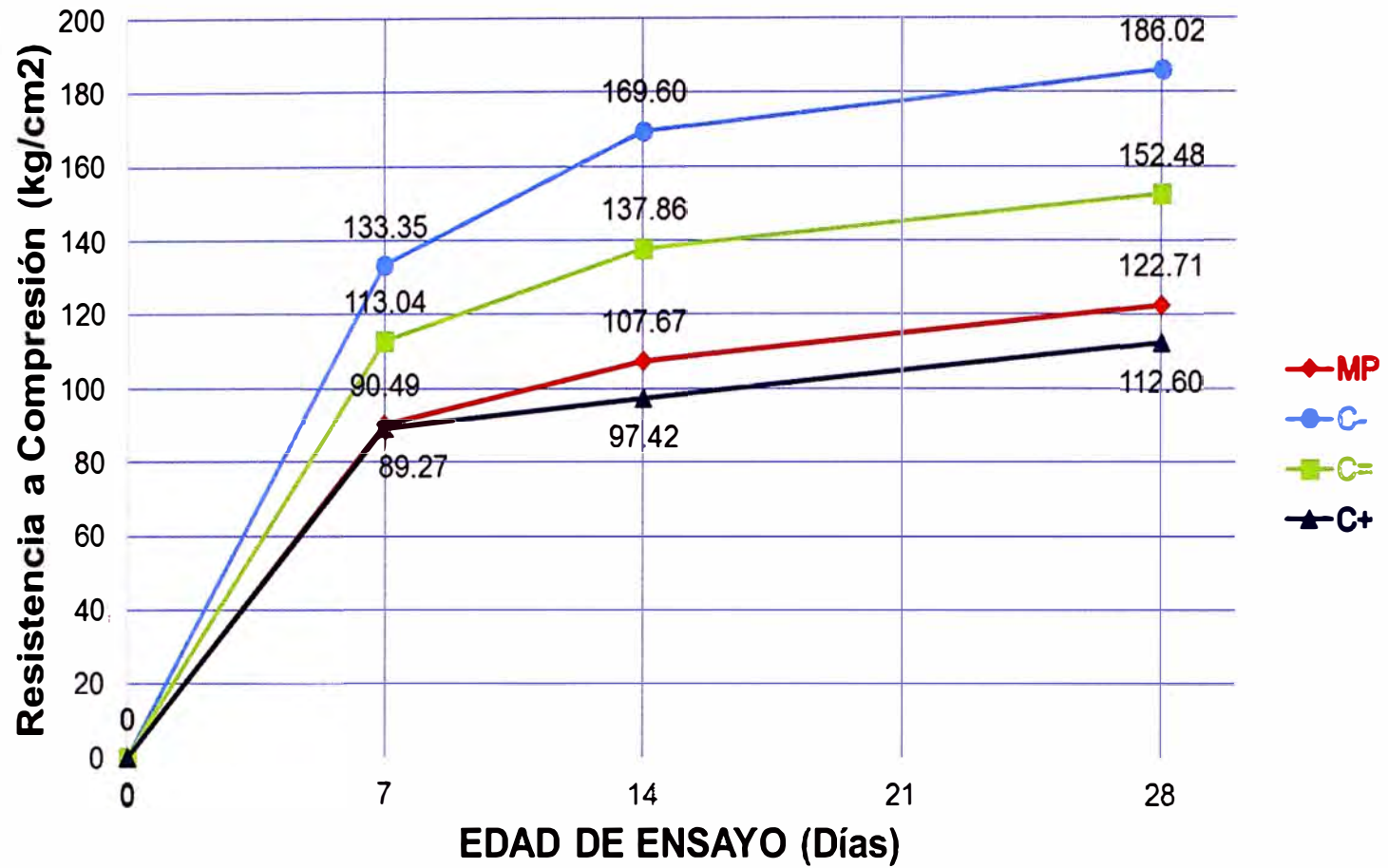


Gráfico N° 6: Edad de ensayo vs Resistencia a la compresión del MORTERO CONCREMAX y MORTERO PATRÓN.

"Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería"

6.3.4 Ensayos de resistencia a flexión

Norma utilizada NTP 334.120.

MORTERO SECO

Cuadro N° 30: Resultado de resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros de agua por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL MORTERO						
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX					
AGUA DE DISEÑO	5 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO					
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M1	M2	M3	M4
CARGA DE FALLA (kg)	100	100	138.63	136.60	142.71	140.67
RESISTENCIA A FLEXION (kg/cm2)	32.81	32.81	45.49	44.82	46.83	46.16
R.FLEXION promedio (kg/cm2)	32.81			45.82		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A FLEXIÓN
Mortero Concremax, 5 Litros por 40 kg de producto

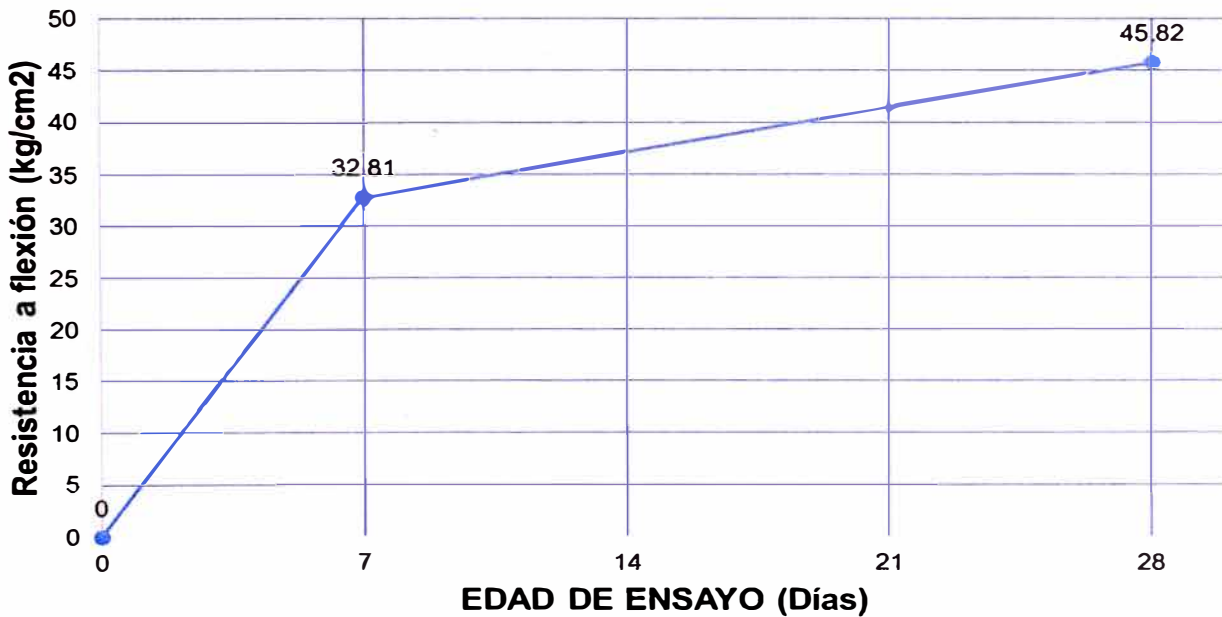


Gráfico N° 7: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.

Cuadro N° 31: Resultado de resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros de agua por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL MORTERO						
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX					
AGUA DE DISEÑO	6 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO					
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M1	M2	M3	M4
CARGA DE FALLA (kg)	75	75	138.63	134.56	128.44	124.36
RESISTENCIA A FLEXION (kg/cm ²)	24.61	24.61	45.49	44.15	42.14	40.81
R.FLEXION promedio (kg/cm ²)	24.61			43.15		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A FLEXIÓN Mortero Concremax, 6 Litros por 40 kg de producto

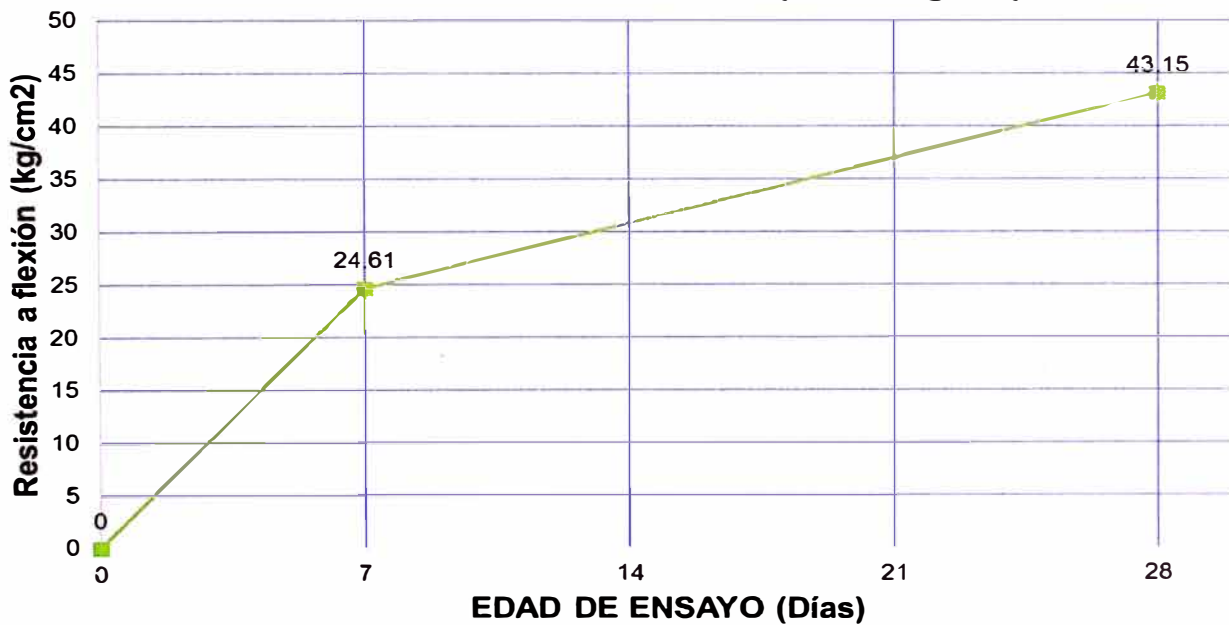


Gráfico N° 8: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.

Cuadro N° 32: Resultado de resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL MORTERO						
PRODUCTO	MORTERO CONCREMAX					
AGUA DE DISEÑO	7 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO					
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M1	M2	M3	M4
CARGA DE FALLA (kg)	70	70	106.01	112.13	103.98	106.01
RESISTENCIA A FLEXION (kg/cm ²)	22.97	22.97	34.79	36.79	34.12	34.79
R.FLEXION promedio (kg/cm ²)	22.97			35.12		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A FLEXIÓN Mortero Concremax, 7 Litros por 40 kg de producto

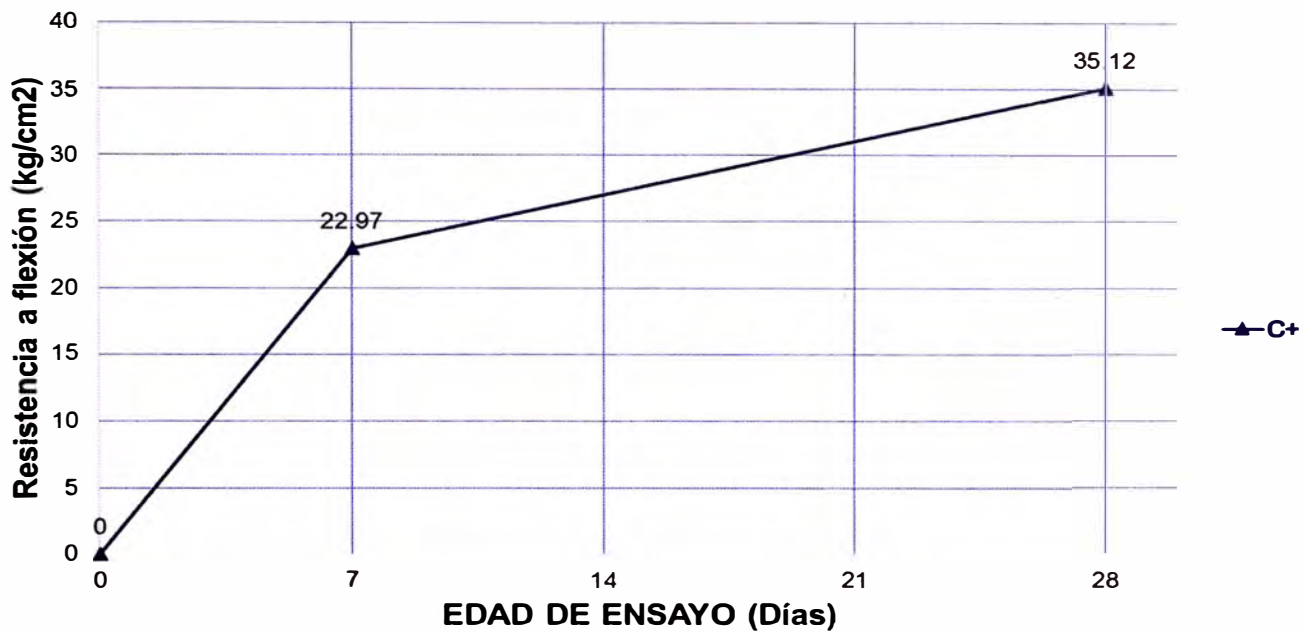


Gráfico N° 9: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX – Agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

MORTERO PATRÓN

Cuadro N° 33: Resultado de resistencia a flexión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4.

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL MORTERO						
PRODUCTO	MORTERO PATRÓN					
AGUA DE DISEÑO	8 LITROS DE AGUA POR 40KG DE MORTERO					
EDAD DE ENSAYO	7 DÍAS		28 DÍAS			
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M1	M2	M3	M4
CARGA DE FALLA (kg)	60	60	99.90	97.86	99.90	101.94
RESISTENCIA A FLEXION (kg/cm ²)	19.69	19.69	32.78	32.11	32.78	33.45
R.FLEXION promedio (kg/cm ²)	19.69		32.78			

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A FLEXIÓN Mortero Patrón, 8 Litros por 40 kg de mortero

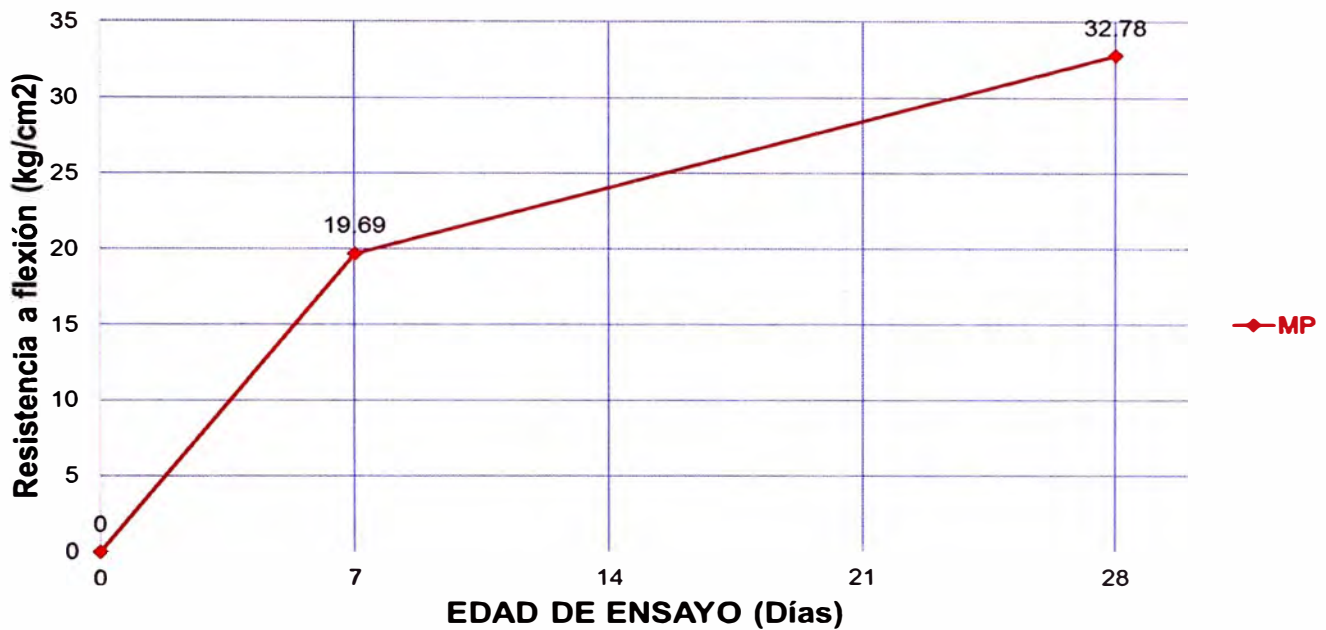


Gráfico N° 10: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del mortero Patrón – Agua de diseño: 8 litros de agua por 40 kg de mortero C/A=1/4

RESUMEN

RESISTENCIA A FLEXIÓN MORTERO CONCREMAX VS MORTERO PATRÓN

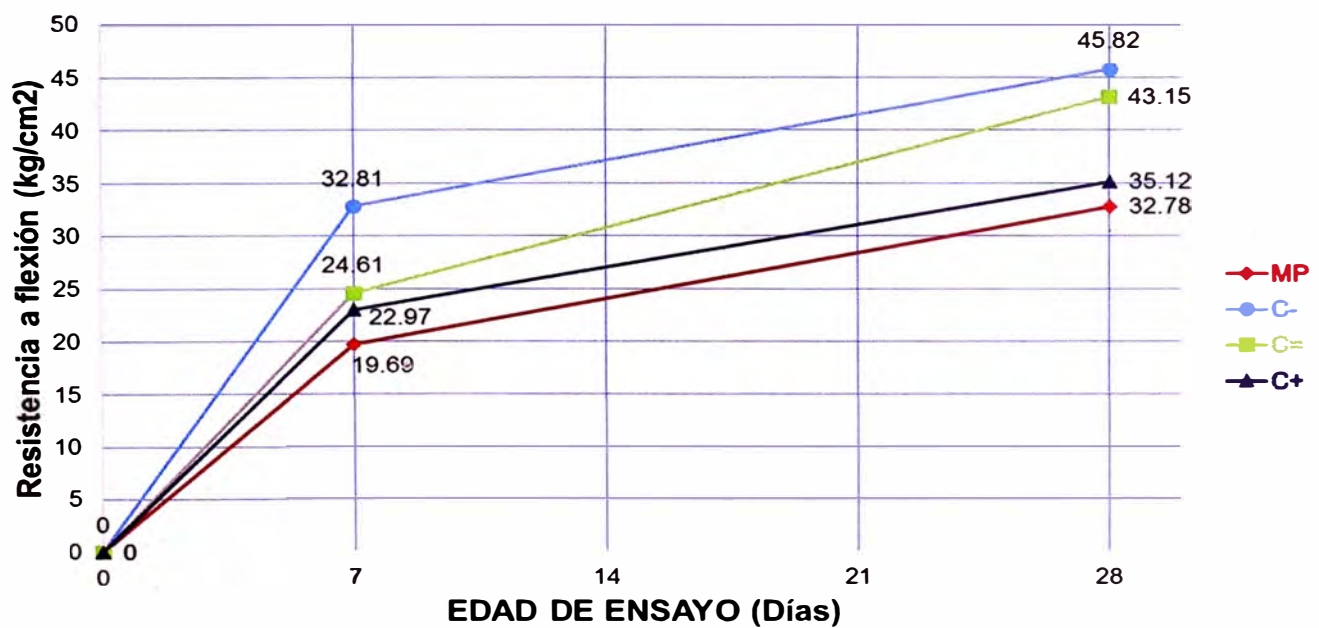


Gráfico N° 11: Edad de ensayo vs Resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX Y MORTERO PATRÓN.

6.4 RESULTADOS DE ENSAYOS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA

6.4.1 Ensayos de resistencia a la compresión de pilas de albañilería

Norma utilizada NTP 399.605.

Cuadro N° 34: Resultado de resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO CONCREMAX: 5 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ÁREA (cm ²)	285.20	279.21	282.90	280.44	282.72	274.67	280.44	282.72	278.16
CARGA DE FALLA (Kg)	12100.00	11900.00	12500.00	13350.00	12500.00	12750.00	12800.00	13800.00	12900.00
ALTURA DE LA PILA (hp)(cm)	40.10	39.80	40.30	40.40	39.70	40.10	40.50	40.20	40.50
ESPESOR DE LA PILA (tp)(cm)	12.40	12.30	12.30	12.30	12.40	12.10	12.30	12.40	12.20
hp/tp	3.23	3.24	3.28	3.28	3.20	3.31	3.29	3.24	3.32
Coef. de corrección por esbeltez (t)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
f'm	39.03	39.21	40.65	43.80	40.68	42.71	41.99	44.91	42.67
f'mp	39.63			42.39			43.19		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	0.89			1.58			1.53		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	2.24			3.73			3.53		
f'mc	38.74			40.81			41.66		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS

Ladrillo KK 18H, Mortero CONCREMAX: 5 Litros por 40kg de producto



Gráfico N° 12: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO CONCREMAX: 6 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ÁREA (cm ²)	279.38	283.96	286.25	280.60	279.21	276.75	274.80	284.13	275.88
CARGA DE FALLA (Kg)	19100.00	18500.00	18300.00	19900.00	20100.00	21200.00	21550.00	21050.00	24200.00
ALTURA DE LA PILA (hp)(cm)	40.30	40.10	40.30	40.30	40.30	40.00	40.50	40.50	40.30
ESPESOR DE LA PILA (tp)(cm)	12.20	12.40	12.50	12.20	12.30	12.30	12.00	12.30	12.10
hp/tp	3.30	3.23	3.22	3.30	3.28	3.25	3.38	3.29	3.33
Coef. de corrección por esbeltez (t)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
f'm	62.90	59.94	58.82	65.25	66.23	70.48	72.15	68.16	80.70
f'mp	60.55			67.32			73.67		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	2.11			2.78			6.41		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	3.48			4.13			8.70		
f'mc	58.44			64.54			67.26		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS

Ladrillo KK 18H, Mortero CONCREMAX: 6 Litros por 40 kg de producto

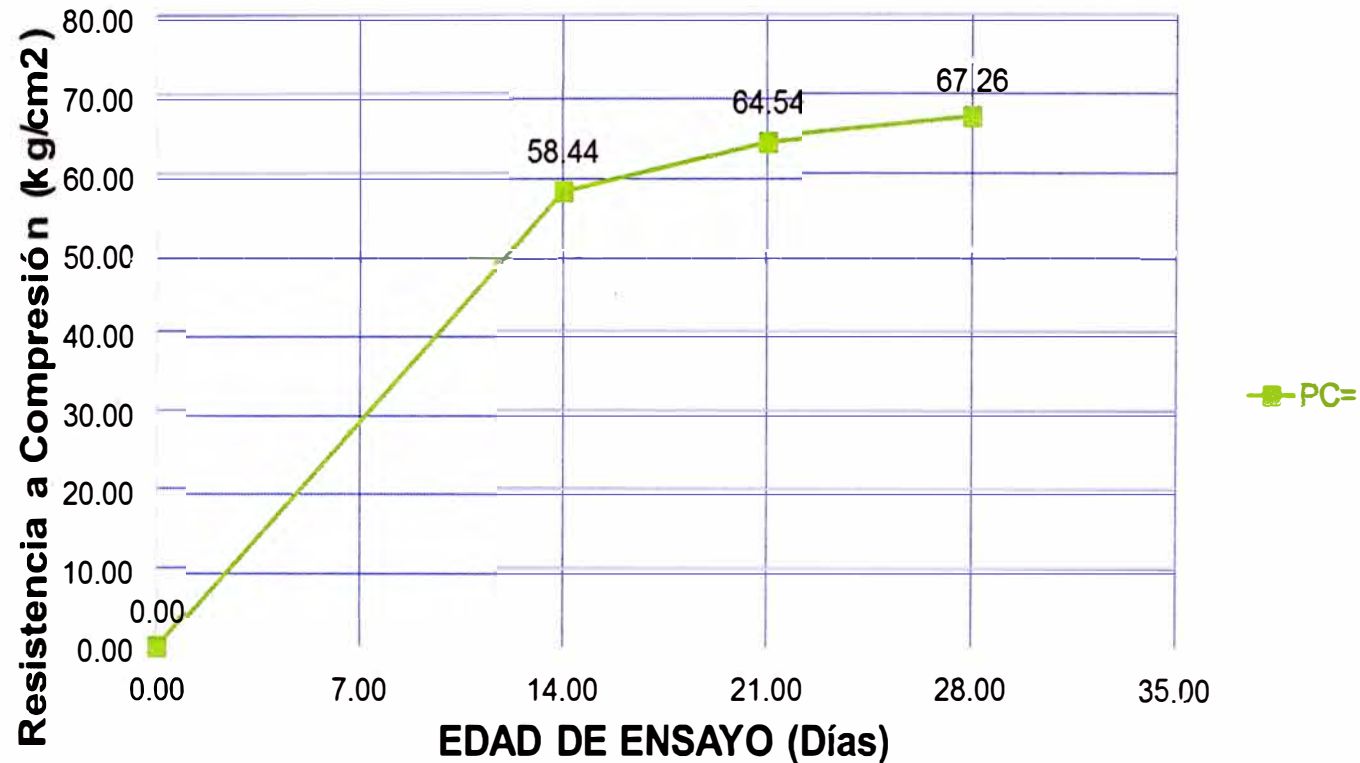


Gráfico N° 13: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.

Cuadro N° 36: Resultado de resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO CONCREMAX: 7 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ÁREA (cm ²)	283.96	281.48	278.16	285.20	282.90	271.20	279.38	284.13	278.30
CARGA DE FALLA (Kg)	21100.00	25000.00	20000.00	21700.00	23000.00	24500.00	23600.00	22650.00	22000.00
ALTURA DE LA PILA (hp)(cm)	40.30	40.30	40.50	40.30	40.30	40.00	40.50	40.50	40.30
ESPESOR DE LA PILA (tp)(cm)	12.40	12.40	12.20	12.40	12.30	12.00	12.20	12.30	12.10
hp/tp	3.25	3.25	3.32	3.25	3.28	3.33	3.32	3.29	3.33
Coef. de corrección por esbeltez (t)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
f'm	68.36	81.71	66.15	70.00	74.80	83.11	77.71	73.34	72.73
f'mp	72.07			75.97			74.59		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	8.42			6.63			2.72		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	11.68			8.73			3.65		
f'mc	63.65			69.34			71.87		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS

Ladrillo KK 18H, Mortero CONCREMAX: 6 Litros por 40 kg de producto

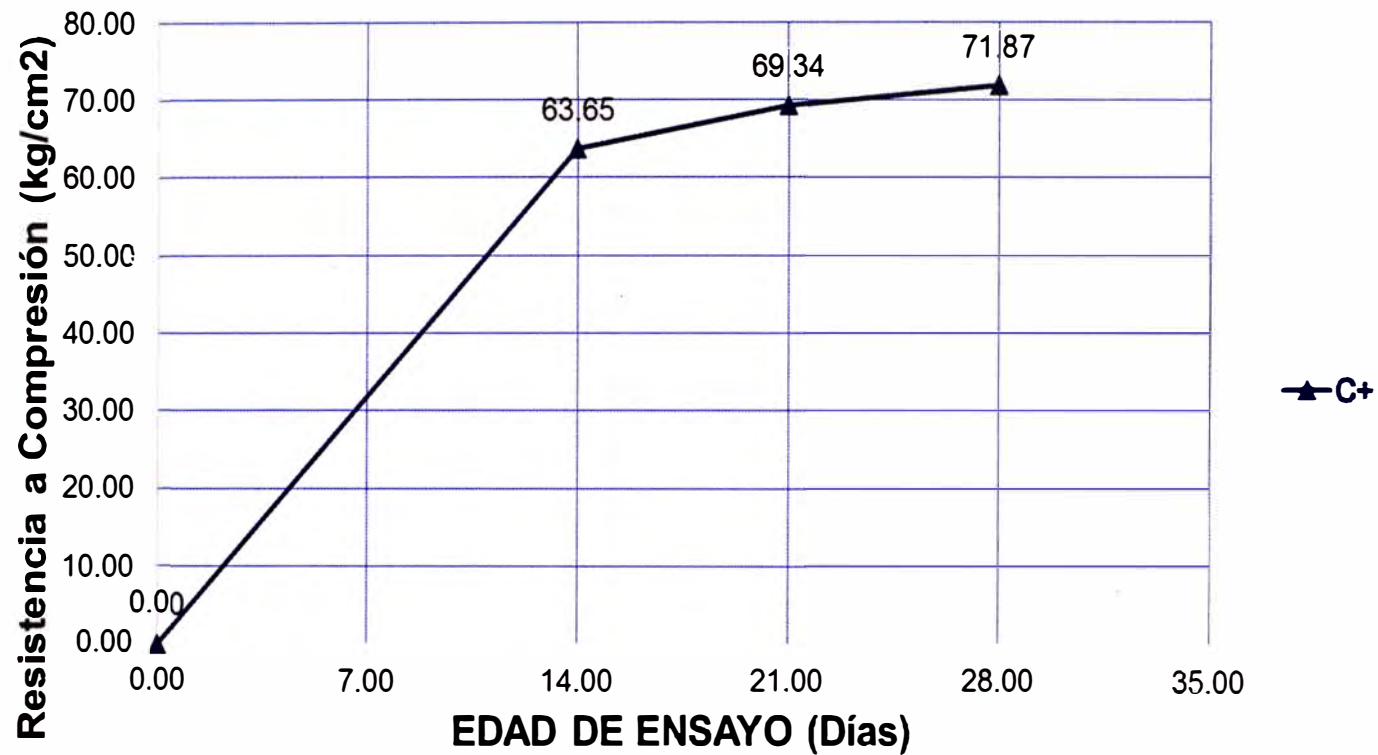


Gráfico N° 14: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

PILAS ELABORADAS CON MORTERO PATRÓN

Cuadro N° 37: Resultado de resistencia a compresión de pilas elaboradas con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO PATRÓN: 8 LITROS DE AGUA POR 40KG DE MORTERO C/A=1/4								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ÁREA (cm ²)	285.20	272.40	282.90	276.00	277.09	275.88	274.80	274.67	272.40
CARGA DE FALLA (Kg)	21100.00	25000.00	22000.00	21700.00	23000.00	24500.00	23600.00	22650.00	22000.00
ALTURA DE LA PILA (hp)(cm)	40.00	40.30	40.50	40.20	40.10	40.00	39.50	39.60	39.50
ESPESOR DE LA PILA (tp)(cm)	12.40	12.00	12.30	12.00	12.10	12.10	12.00	12.10	12.00
hp/tp	3.23	3.36	3.29	3.35	3.31	3.31	3.29	3.27	3.29
Coef. de corrección por esbeltez (t)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
f'm	68.06	84.43	71.54	72.33	76.37	81.70	79.01	75.87	74.30
f'mp	74.68			76.80			76.39		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	8.62			4.70			2.40		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	11.55			6.12			3.14		
f'mc	66.06			72.10			74.00		

“Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería”

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS

Ladrillo KK 18H, Mortero Patrón

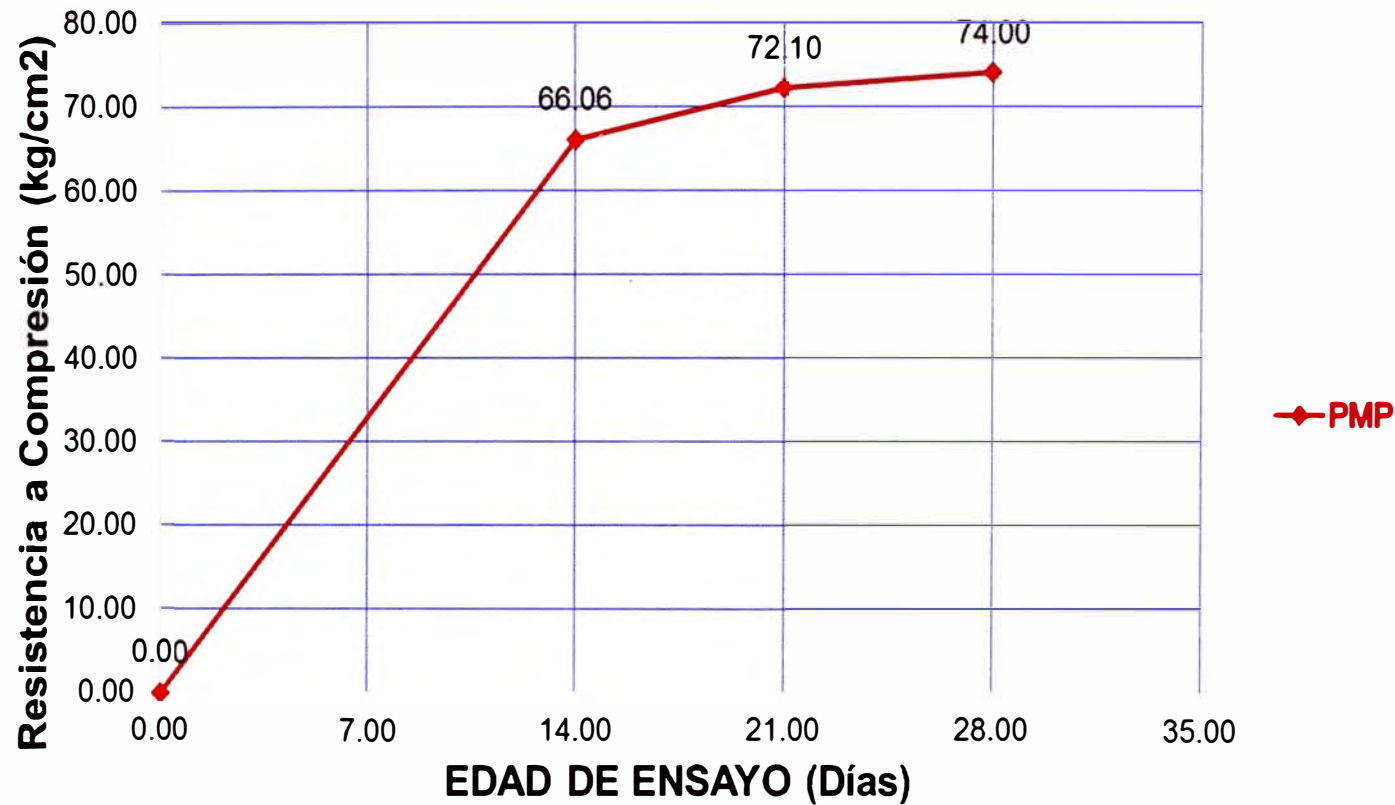


Gráfico N° 15: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.

ANÁLISIS PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX VS PILAS CON MORTERO PATRÓN

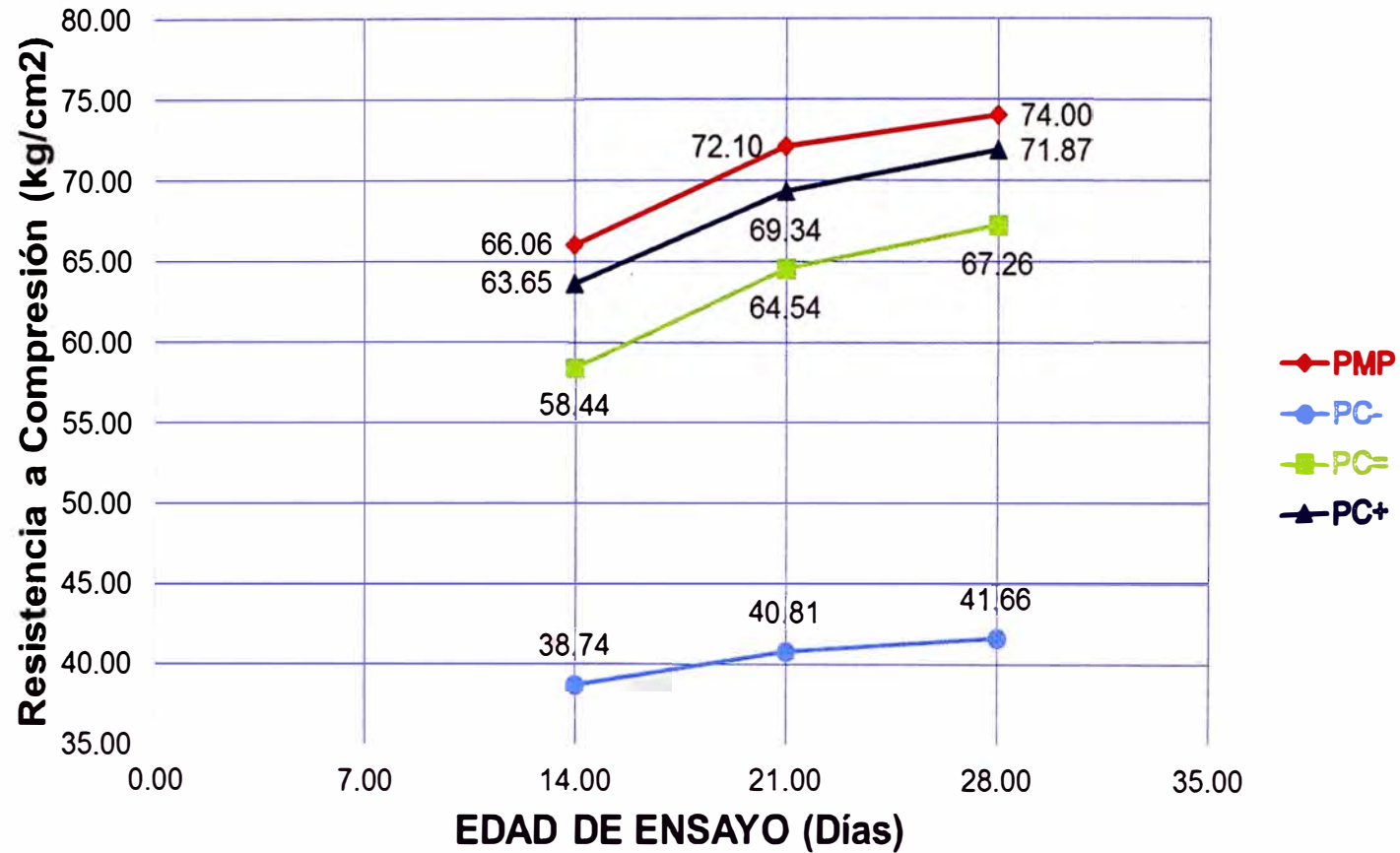


Gráfico N° 16: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión de pilas elaboradas con mortero CONCREMAX y mortero patrón.

6.4.2 Ensayos de resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería

Norma utilizada NTP 399.621.

MURETES ELABORADOS CON MORTERO SECO

Cuadro N° 38: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros de agua por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO CONCREMAX: 5 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ALTURA (cm)	60.3	60	59.8	59.9	60	60	60.2	60.5	60.5
ANCHO (cm)	59.9	60	60.1	60.2	60.6	60.2	59.5	59.5	60
ESPEJOR (cm)	12.2	12	12.4	12.2	12.2	12.4	12.1	12.3	12.3
AREA SECCION DIAGONAL (cm ²)	733.22	720.00	743.38	732.61	735.66	745.24	724.19	738.00	741.08
CARGA DE FALLA (Kg)	2200.00	2100.00	2500.00	3100.00	3250.00	3600.00	4690.00	3500.00	3800.00
V'm	2.12	2.06	2.38	2.99	3.12	3.42	4.58	3.35	3.63
V'mp	2.19			3.18			3.85		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	0.17			0.22			0.64		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	7.67			6.82			16.71		
V'mc	2.02			2.96			3.21		

"Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería"

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

Ladrillo KK 18H, Mortero CONCREMAX: 5 Litros por 40
kg de producto



Gráfico N° 17: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.

Cuadro N° 39: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO CONCREMAX: 6 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ALTURA (cm)	60	60.1	60	60	59.9	59.9	60	60	60.5
ANCHO (cm)	60.4	60.2	60.4	60.1	60	60.1	59.7	59.5	59.5
ESPESOR (cm)	12.1	12.1	12.1	12.1	12.2	12.1	12.3	12.3	12.3
AREA SECCION DIAGONAL (cm ²)	728.42	727.82	728.42	726.61	731.39	726.00	736.16	734.93	738.00
CARGA DE FALLA (Kg)	8350.00	7900.00	9200.00	8250.00	9500.00	8950.00	9720.00	9440.00	9350.00
V'm	8.10	7.67	8.93	8.03	9.18	8.72	9.34	9.08	8.96
V'mp	8.24			8.64			9.12		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	0.64			0.58			0.19		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	7.75			6.73			2.11		
V'mc	7.60			8.06			8.93		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

Ladrillo KK 18H, Mortero CONCREMAX: 6 Litros por 40
kg de producto

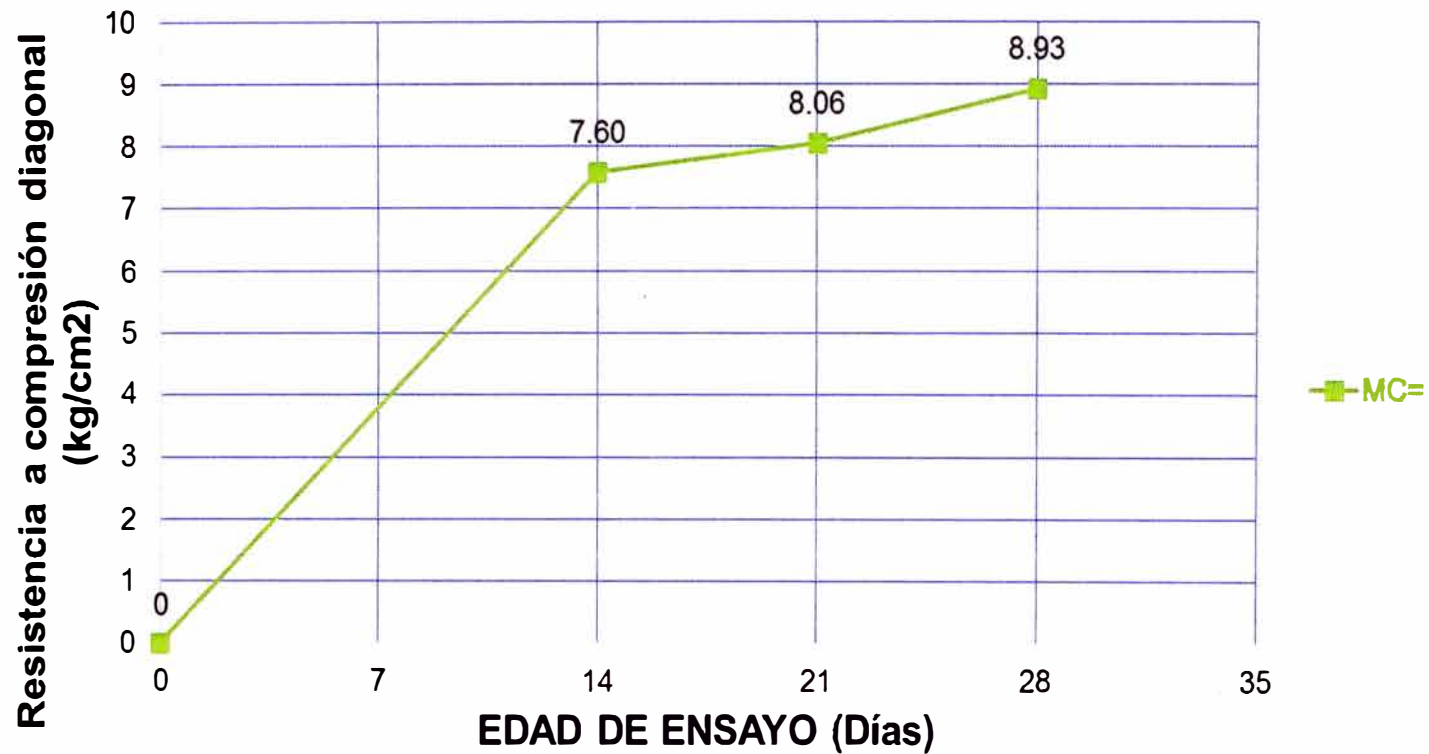


Gráfico N° 18: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.

Cuadro N° 40: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros de agua por 40 Kg de producto.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO CONCREMAX: 7 LITROS DE AGUA POR 40KG DE PRODUCTO								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ALTURA (cm)	60.4	60	60	60.1	60	60	60	60.5	60
ANCHO (cm)	60.3	60.5	60.3	60.1	60	60	60	59.7	60.3
ESPESOR (cm)	12.3	12.2	12.4	12	12.2	12.1	12.4	12.2	12.1
AREA SECCION DIAGONAL (cm ²)	742.31	735.05	745.86	721.20	732.00	726.00	744.00	733.22	727.82
CARGA DE FALLA (Kg)	10200.00	13800.00	12500.00	13750.00	11500.00	13300.00	15000.00	12200.00	13200.00
V'm	9.71	13.27	11.85	13.48	11.11	12.95	14.25	11.76	12.82
V'mp	11.61			12.51			12.95		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	1.79			1.25			1.25		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	15.42			9.95			9.65		
V'mc	9.82			11.27			11.70		

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES

Ladrillo KK 18H, Mortero CONCREMAX: 7 Litros por 40
kg de producto

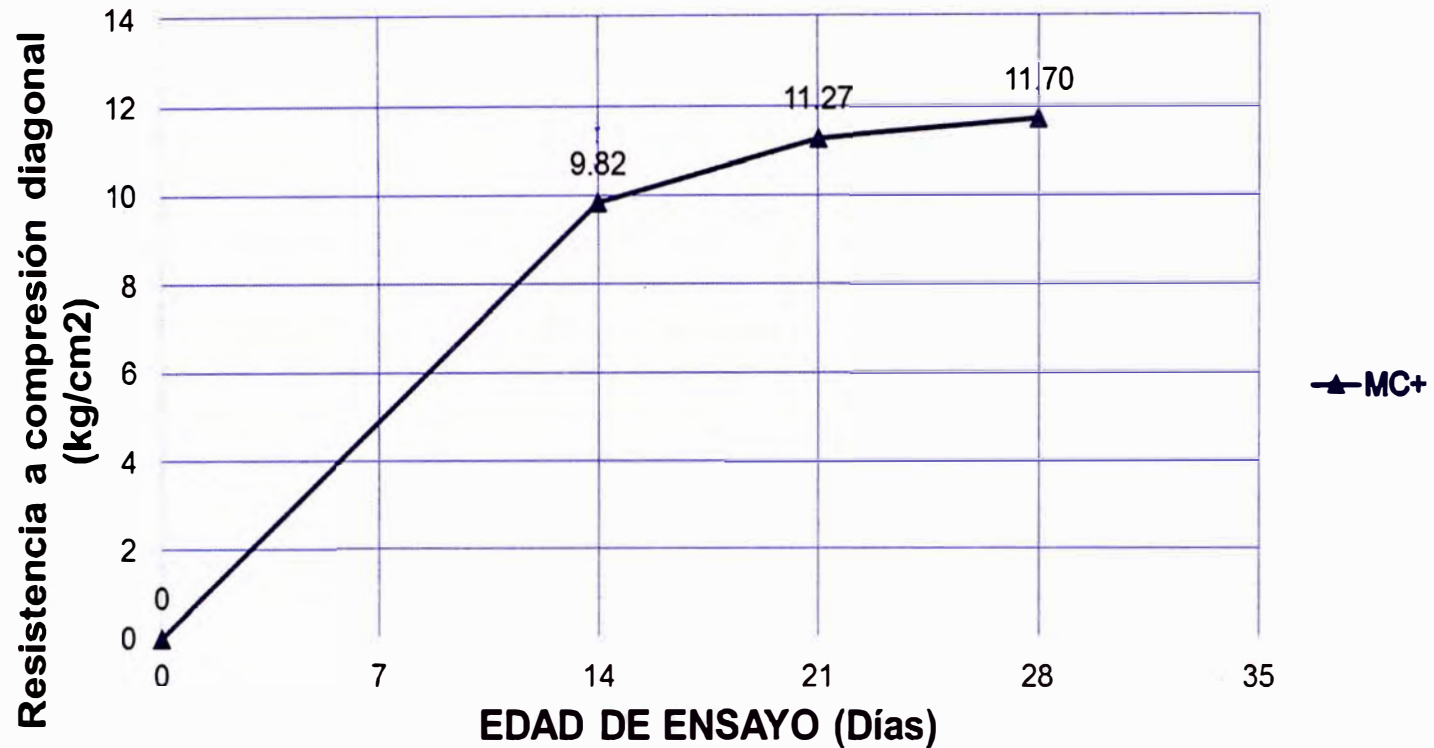


Gráfico N° 19: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO CONCREMAX agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

MURETES ELABORADOS CON MORTERO PATRÓN

Cuadro N° 41: Resultado de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES DE ALBAÑILERÍA									
CARACTERÍSTICA	LADRILLO KING KONG PERFORADO 18 HUECOS 9X12.5X23 CM								
	MORTERO PATRÓN: 8LITROS DE AGUA POR 40 KG DE MORTERO C/A=1/4								
EDAD DE ENSAYO	14 DÍAS			21 DÍAS			28 DÍAS		
ESPECIMEN DE ENSAYO	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
ALTURA (cm)	60	60	60	60.1	60.1	60	60.5	60.5	60
ANCHO (cm)	60.1	59.5	60	60.1	59.5	60	60	60	60.5
ESPESOR (cm)	12.3	12.3	12.4	12.3	12.4	12.3	12.4	12.2	12.2
AREA SECCION DIAGONAL (cm ²)	738.62	734.93	744.00	739.23	741.52	738.00	747.10	735.05	735.05
CARGA DE FALLA (Kg)	7200.00	6500.00	6900.00	8100.00	8420.00	8200.00	8800.00	9400.00	9100.00
V'm	6.89	6.25	6.56	7.75	8.03	7.86	8.33	9.04	8.75
V'mp	6.57			7.88			8.71		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE)	0.32			0.14			0.36		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (Cv)	4.87			1.80			4.12		
V'mc	6.25			7.74			8.35		

"Estudio del efecto de la trabajabilidad del mortero seco en las propiedades del muro de albañilería"

EDAD DE ENSAYO VS RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES Ladrillo KK 18H, Mortero Patrón

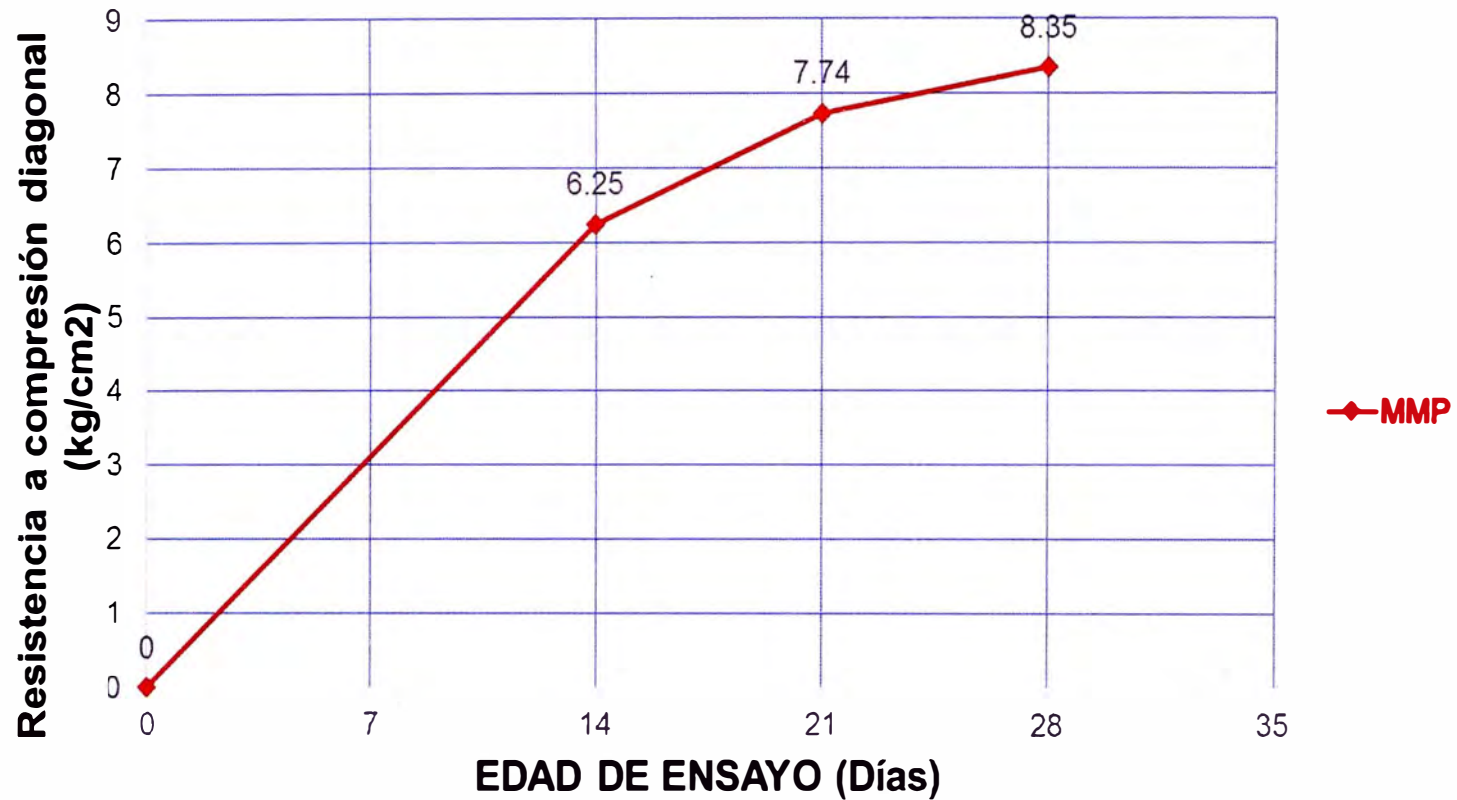


Gráfico N° 20: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero Patrón – Característica: Ladrillo KK 18H, MORTERO PATRÓN 8 litros de agua por 40 kg de mortero.

ANÁLISIS MURETES ELABORADOS CON MORTERO CONCREMAX VS MURETES CON MORTERO PATRÓN

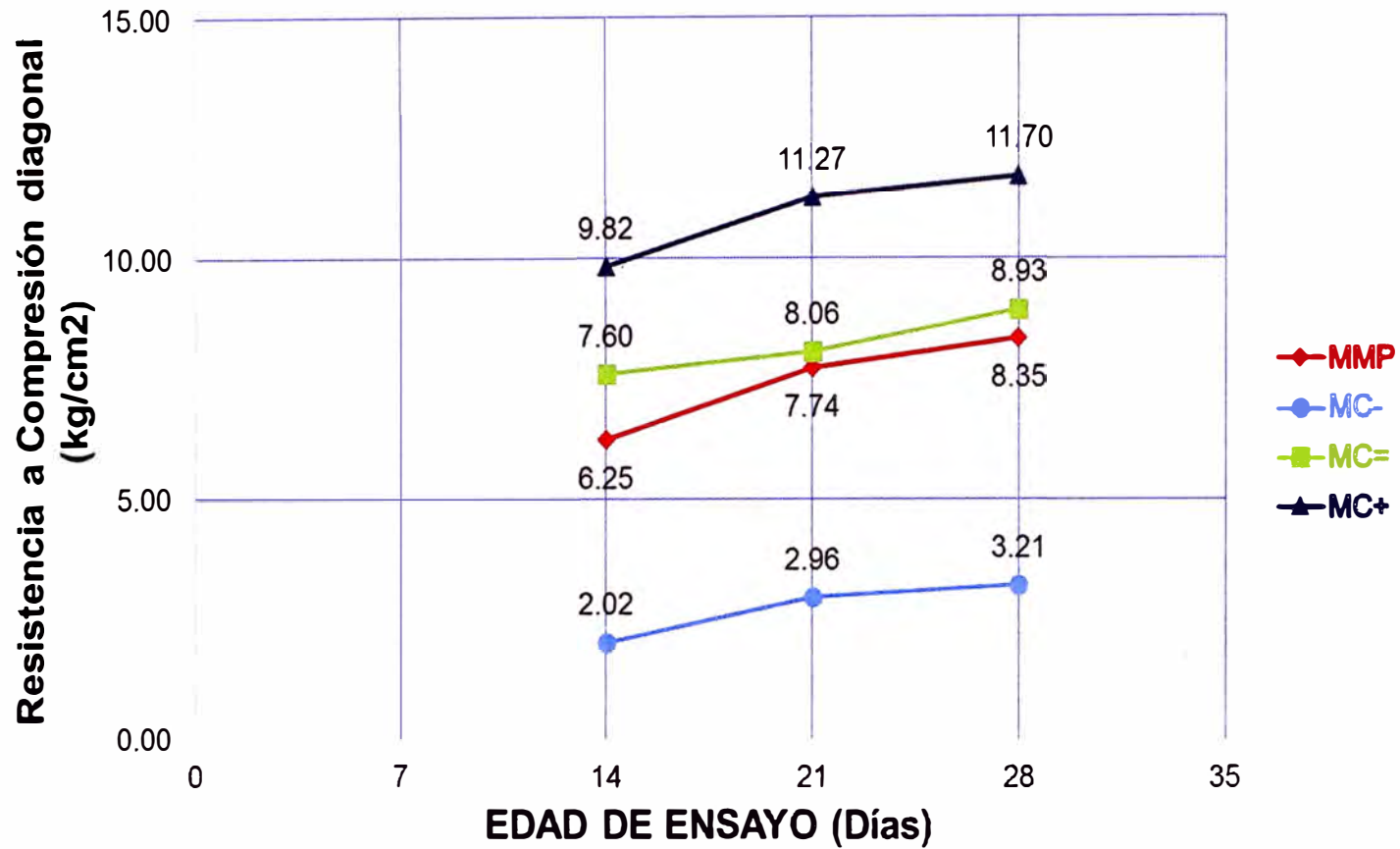


Gráfico N° 21: Edad de ensayo vs Resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero CONCREMAX y mortero patrón.

6.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA COCIDA

Se utilizó un solo tipo de unidades de albañilería, de arcilla cocida, procedente de la zona de Carabayllo, de la marca PIRÁMIDE, ladrillo King Kong 18 huecos de 9x12.5x23 cm.

De los ensayos realizados a las unidades se tiene; las variaciones dimensionales máximas de +1.94 para la medida de 9 cm, +2.80 para la medida de 12,5cm y +1.96 para la medida de 23cm, alabeo máximo de 1.25 mm, resistencia característica a compresión de 169.26 kg/cm², absorción 11.04% corresponden a la unidad tipo IV según la clasificación descrita en el RNE E.070. Nos indica que es un tipo de ladrillo de resistencia y durabilidad aptas para fines estructurales.

La muestra presenta menos del 20% de dispersión en los resultados, la absorción de las unidades es de 11.04%, las características cualitativas de las unidades se encuentran dentro de lo requerido para su aceptación, es decir, las unidades están dentro del marco de los requisitos que se indican en el RNE E.070 de albañilería.

6.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL AGREGADO FINO

El agregado fino utilizado en para la elaboración del mortero patrón tuvo que ser tamizado debido a que no cumplió con los requisitos indicados en el RNE, se eliminó los pesos retenidos en la malla N° 4 y cierto porcentaje de las mallas N° 8 y N° 16. A continuación analizaremos los resultados obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio.

La Granulometría del agregado fino, se encuentra dentro de los límites indicado por el RNE E.070. El máximo de peso retenido entre dos mallas consecutivas, es de 49% siendo menor al 50%, el módulo de finura 2.42 se encuentra entre 1.6 y 2.5 como indica el RNE E.070, por lo tanto la arena cumple con las características que se requieren para la elaboración del mortero patrón.

6.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL MORTERO

Para a fabricación de pilas y muretes se utilizó el mortero embolsado MORTERO CONCREMAX y el MORTERO PATRÓN. Respecto al mortero embolsado se le añadió 3 diferentes cantidades de agua y se analizó el cambio de sus propiedades. Respecto al mortero patrón se elaboró con proporción cemento/arena-1/4 en volumen y el agua requerida se determinó mediante el ensayo de fluidez. A continuación analizaremos los resultados obtenidos en los ensayos de los diseños de mortero usados en la fabricación de pilas y muretes.

6.7.1 Mortero en estado fresco

FLUIDEZ Y PESO UNITARIO DEL MORTERO

Cuadro N° 42: Valores comparativos del MORTERO CONCREMAX y MORTERO PATRÓN en estado fresco.

MORTERO EN ESTADO FRESCO				
TIPO DE MORTERO	FLUIDEZ (F)	FLUIDEZ (F)	PESO UNITARIO (P.U.)	PESO UNITARIO (P.U.)
litros	%	Comparación (%)	g/cm³	Comparación (%)
MP	111.71	100.00	2.07	100.00
C-	46.99	42.06	2.02	97.58
C=	79.13	70.84	2.14	103.38
C+	108.5	97.13	2.15	103.86

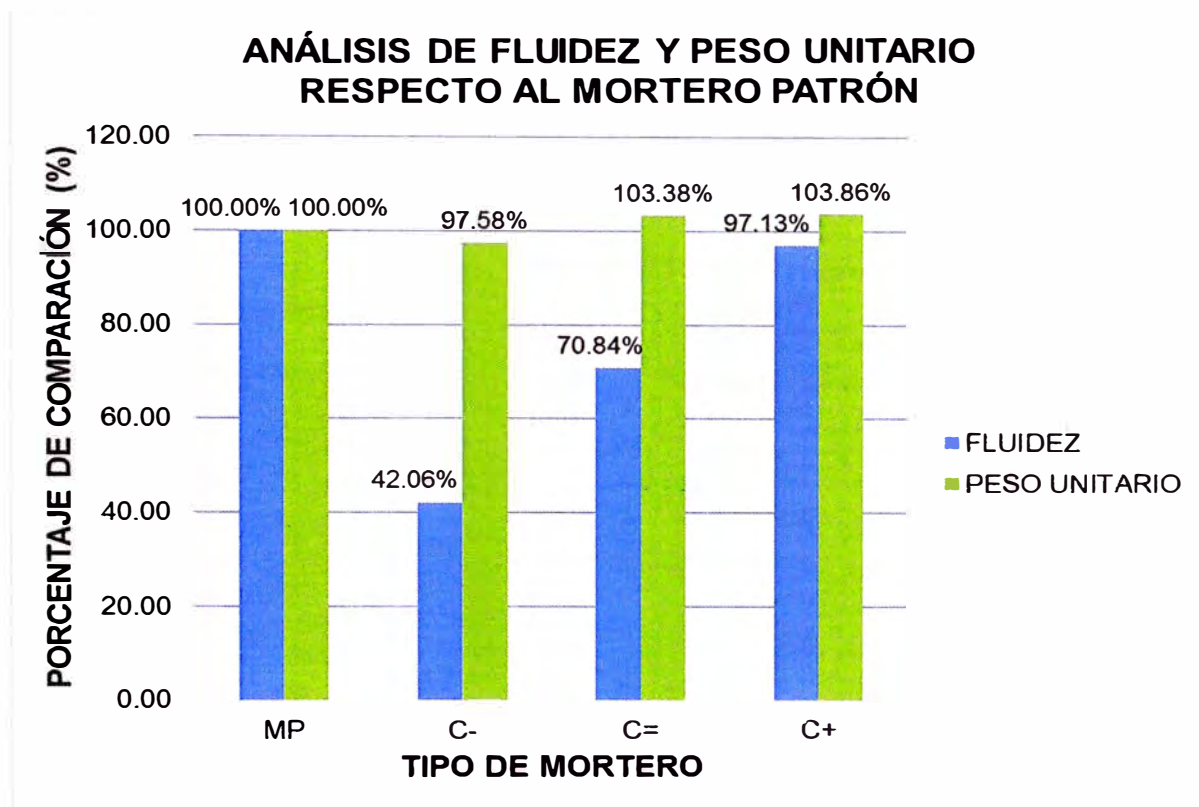


Gráfico N° 22: Comparación en porcentajes del MORTERO CONCREMAX y MORTERO PATRÓN en estado fresco.

La fluidez del mortero patrón se encuentra dentro del rango permitido por la NTP 334.051 (105%-115%), lo cual indica que el mortero es un mortero con una adecuada trabajabilidad.

6.7.2 Mortero en estado endurecido

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO

Cuadro N° 43: Valores comparativos de la resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX y el mortero patrón.

MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO						
TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN					
	7 días		14 días		28 días	
	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
MP	90.49	100.00	107.67	100.00	122.71	100.00
C-	133.35	147.36	169.6	157.52	186.02	151.59
C=	113.04	124.92	137.86	128.04	152.48	124.26
C+	89.27	98.65	97.42	90.48	112.6	91.76

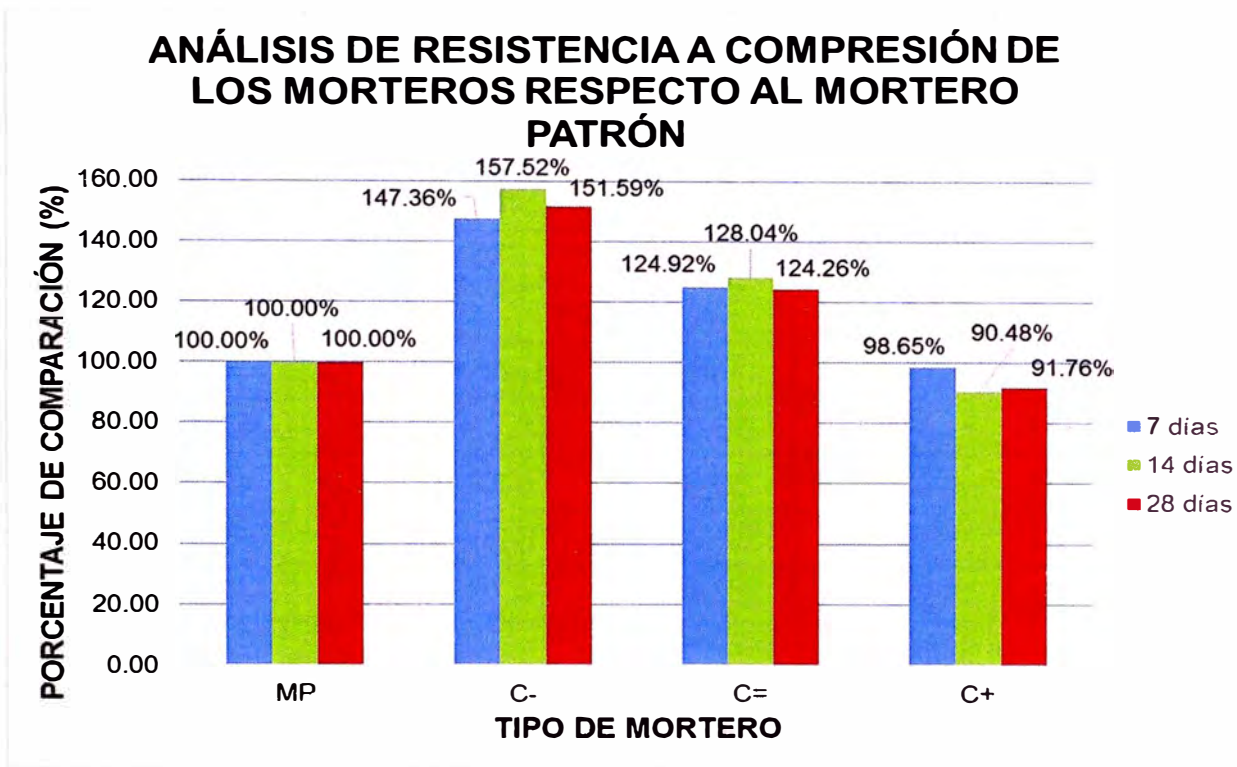


Gráfico N° 23: Comparación en porcentaje de la resistencia a compresión del MORTERO CONCREMAX y el mortero patrón en estado endurecido.

Para fines de un análisis comparativo se tomó como referencia los resultados del mortero patrón.

El mejor resultado del producto CONCREMAX resulta cuando se usa 5 Litros de agua por 40 Kg de producto, es decir, menor cantidad de agua recomendada..

El peor desempeño del producto CONCREMAX resulta cuando se usa 7 Litros de agua por 40 Kg de producto, sin embargo varía moderadamente de la resistencia a compresión del mortero patrón.

En general los valores de resistencia a compresión del mortero CONCREMAX mezclados con menor, igual y mayor cantidad de agua recomendada son resistencias aceptables respecto al mortero patrón.

RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL MORTERO

Cuadro N° 44: Valores comparativos de la resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.

MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO				
TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA A FLEXIÓN			
	7 días		28 días	
	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
MP	21.33	100.00	32.78	100.00
C-	32.81	153.85	45.82	139.80
C=	24.61	115.38	43.15	131.63
C+	22.97	107.69	35.12	107.14

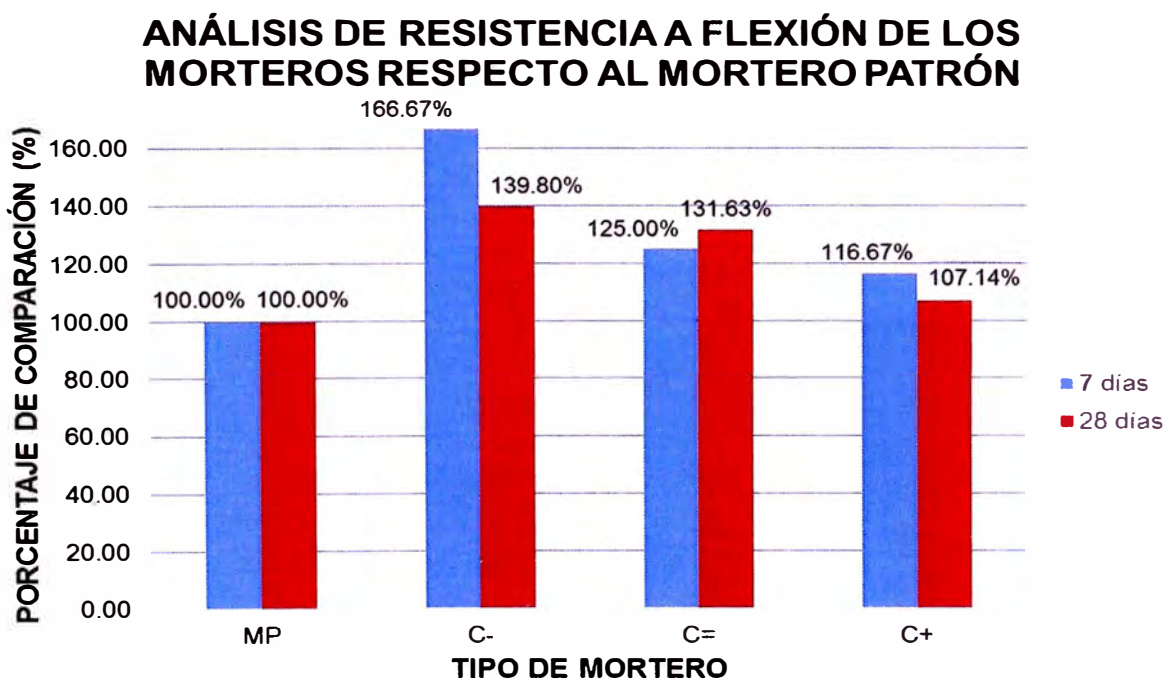


Gráfico N° 24: Comparación en porcentaje de la resistencia a flexión del MORTERO CONCREMAX y mortero patrón en estado endurecido.

Los resultados de resistencia a flexión del mortero CONCREMAX son mayores respecto de la resistencia a flexión del mortero patrón lo cual indica que el mortero CONCREMAX mezclado con menor, igual y mayor cantidad de agua tienen desempeños favorables.

6.8 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA

6.8.1 Compresión de pilas

Cuadro N° 45: Valores comparativos de la resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS						
PILA	14 días		21 días		28 días	
	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
PMP	66.06	100.00	72.10	100.00	74.00	100.00
PC-	38.74	58.65	40.81	56.60	41.66	56.30
PC=	58.44	88.47	64.54	89.51	67.26	90.90
PC+	63.65	96.36	69.34	96.16	71.87	97.13

ANÁLISIS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX Y MOTERO PATRÓN

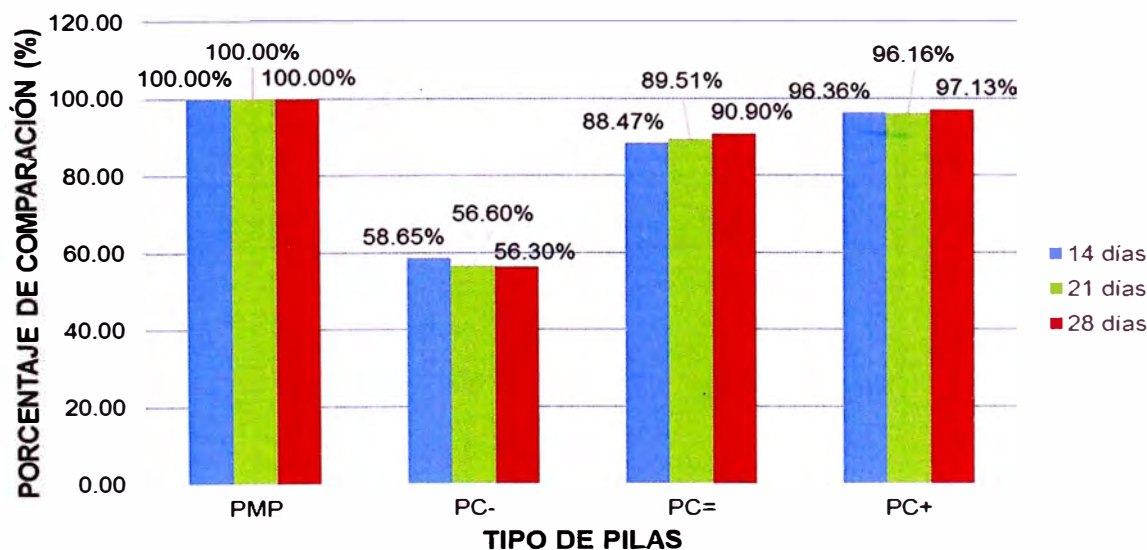


Gráfico N° 25: Comparación en porcentaje de la resistencia a compresión de pilas elaboradas con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.

Se tomó como referencia la resistencia a compresión de las pilas elaboradas con mortero patrón.

La resistencia a compresión en las pilas elaboradas con mortero CONCREMAX mezclado con igual y mayor cantidad de agua que lo recomendado no varían

significativamente respecto a la resistencia a compresión de pilas elaboradas con mortero patrón, sin embargo las pilas elaboradas con mortero CONCREMAX mezclado con menor cantidad de agua que lo recomendado varían en 40% por debajo, respecto a los resultados de pilas elaboradas con mortero patrón.

Las resistencias a compresión a los 28 días de ensayo de las pilas elaboradas con mortero patrón (74.00 kg/cm²), mortero CONCREMAX mezclado con igual cantidad de agua que lo recomendado (67.26 kg/cm²) y mortero CONCREMAX mezclado con mayor cantidad de agua que lo recomendado (71.87 kg/cm²) son mayores a la resistencia indicada en el RNE E.070 (65 kg/cm²).

6.8.2 Compresión diagonal de muretes

Cuadro N° 46: Valores Comparativos de la resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES						
MURETE	14 días		21 días		28 días	
	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
MMP	6.25	100.00	7.74	100.00	8.35	100.00
MC-	2.02	32.32	2.96	38.27	3.21	38.44
MC=	7.60	121.61	8.06	104.21	8.93	106.99
MC+	9.82	157.20	11.27	145.67	11.70	140.11

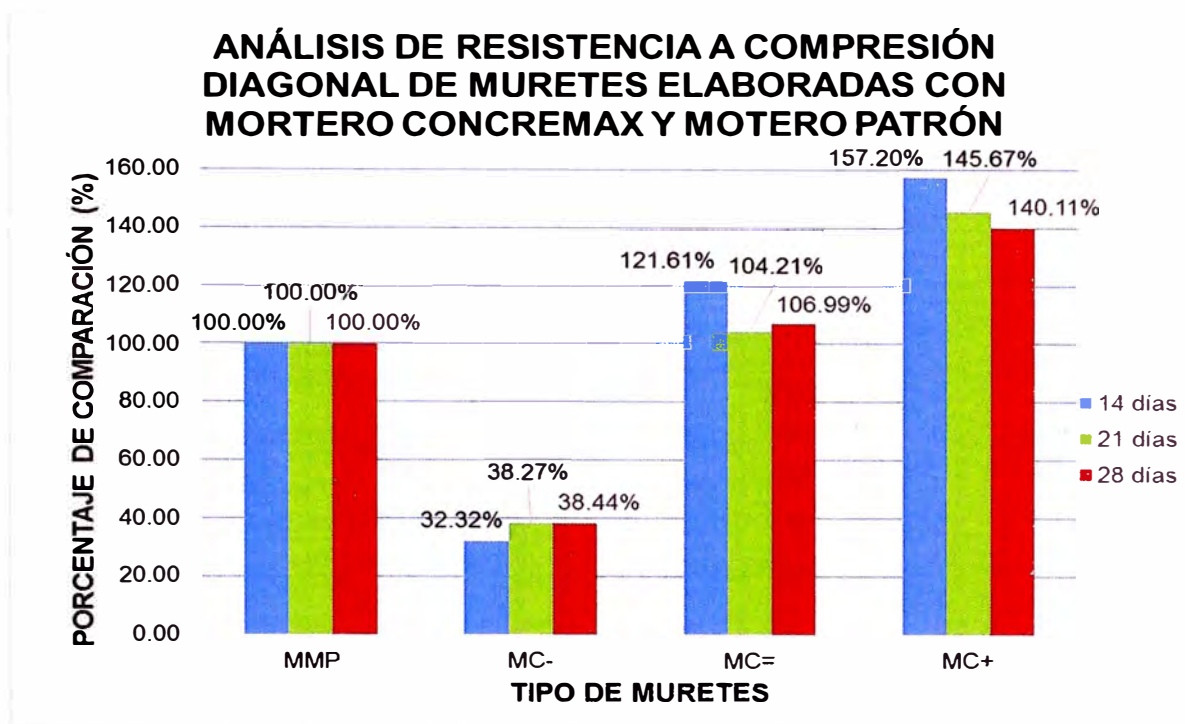


Gráfico N° 26: Comparación en porcentaje de la resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con MORTERO CONCREMAX y mortero patrón.

Se tomó como referencia la resistencia a compresión diagonal de los muretes elaborados con mortero patrón.

La resistencia a compresión diagonal en muretes elaboradas con mortero CONCREMAX mezclado con mayor cantidad de agua que lo recomendado a los 28 días (11.70 kg/cm²) varía en 40.11% a favor, respecto a los resultados de muretes elaborados con mortero patrón (8.35 kg/cm²).

La resistencia a compresión diagonal en muretes elaboradas con mortero CONCREMAX mezclado con igual cantidad de agua que lo recomendado a los 28 días (8.93 kg/cm²) varía en 6.99% a favor, respecto de muretes elaborados con mortero patrón (8.35 kg/cm²).

La resistencia a compresión diagonal en muretes elaboradas con mortero CONCREMAX mezclado con menor cantidad de agua que lo recomendado a los 28 días (3.21 kg/cm²) varía drásticamente en 61.54% por debajo de los resultados de muretes elaborados con mortero patrón (8.35 kg/cm²).

Las resistencias a compresión a los 28 días de ensayo de los muretes elaboradas con mortero patrón (8.35 kg/cm²), mortero CONCREMAX mezclado con igual cantidad de agua que lo recomendado (8.93 kg/cm²) y mortero CONCREMAX

mezclado con mayor cantidad de agua que lo recomendado (11.70 kg/cm²) son mayores a la resistencia indicada en el RNE E.070 (8.1 kg/cm²).

CAPITULO VII: GUÍA DE USO DEL MORTERO SECO EN OBRA

Según la especificación en el embolsado del mortero seco CONCREMAX, el mortero es ideal para contrapisos y asentado de unidades de albañilería tales como ladrillos o bloques de concreto, arcilla, sílico calcáreas y piedras. En la presente investigación se enfocó el uso del mortero seco como adherente para el asentado de unidades de albañilería de arcilla cocida. De aquí que en el presente capítulo se realizó una guía de uso del mortero embolsado orientado al asentado de ladrillos.

Se realizó la presente guía basada en las experiencias adquiridas en la elaboración de pilas y muretes, así como en los resultados obtenidos de los ensayos.

7.1 RENDIMIENTO DEL MORTERO SECO

Como se mencionó en el Capítulo V, se elaboraron muretes de albañilería de 60 x 60 cm donde se determinó la cantidad de mortero seco utilizado por cada murete.

Se observó que cuando al mortero seco se le añadía mayor cantidad de agua recomendada, la cantidad de mortero a utilizar por murete también era mayor, ya que, cuando la mezcla se volvía más fluida ingresaba mayor cantidad de mortero en las perforaciones del ladrillo.

A continuación se detallará la cantidad de mortero seco utilizado para la fabricación de muretes de albañilería.

Cuadro N° 47: Rendimiento del mortero CONCREMAX por metro cuadrado de muro, de acuerdo a la cantidad de agua añadida.

RENDIMIENTO DEL MORTERO SECO POR M2 DE MURO		
APAREJO DE SOGA, LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, JUNTA HORIZONTAL Y VERTICAL DE 1CM, MORTERO CONCREMAX		
AGUA POR 40KG DE MORTERO SECO	PESO DE MORTERO SECO POR M2 DE MURO (Kg/m2)	BOLSAS DE MORTERO SECO POR M2 DE MURO (Bol/m2)
5 litros	39	1.0
6 litros	50	1.3
7 litros	59	1.5

Ahora para determinar la cantidad de mortero en mayores proporciones, Analizaremos la cantidad de mortero a usar para millar de ladrillos. A continuación se detallará la cantidad de bolsas de mortero seco que se necesitará para el asentado de las unidades, así como los costos de producción del mortero seco.

Con la siguiente fórmula obtenemos el área del muro para un millar de ladrillos.

$$CL = \frac{A}{(L + Jh)x(H + Jv)}$$

CL = Cantidad de ladrillos.

Jh = Espesor junta horizontal (m).

A = Área de muro (m²).

H = Altura del ladrillo (m).

L = Longitud del ladrillo (m)

Jv = Espesor junta vertical (m).

Para las dimensiones del ladrillo King Kong 18 Huecos: H= 0.09 m, ancho= 0.125 m y L= 0.23 m; Jh y Jv de 0.01 m, se tiene 24 m² de muro King Kong tipo sogá.

Cuadro N° 48: Rendimiento y costo de producción del mortero CONCREMAX por millar de ladrillo, de acuerdo a la cantidad de agua añadida.

RENDIMIENTO Y COSTO DEL MORTERO SECO POR MILLAR DE LADRILLOS		
APAREJO DE SOGA, LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, JUNTA HORIZONTAL Y VERTICAL DE 1CM, MORTERO CONCREMAX		
AGUA POR 40KG DE MORTERO SECO	BOLSAS DE MORTERO SECO POR MILLAR DE LADRILLOS (Bol/millar)	COSTO S/10.90xN° Bol/millar (Soles)
5 litros	24	261.6
6 litros	32	348.8
7 litros	36	392.4

Para realizar un análisis comparativo de los costos de producción del mortero seco y el mortero tradicional, analizaremos el costo de producción del mortero tradicional (c/a=1/4) para el asentado de un millar de ladrillos.

De un análisis de costo en materiales para el asentado de 1 m² de ladrillo King Kong 18 huecos tipo sogá, con mortero de proporciones cemento/arena = 1/4 (Mortero Patrón) tenemos:

Cuadro N° 49: Costo de producción del mortero tradicional por m2 de muro soga, ladrillo King Kong 18 Huecos, juntas horizontales y verticales de 1 cm y c/a = 1/4.

COSTO DE MORTERO TRADICIONAL PARA 1M2 DE MURO				
APAREJO DE SOGA, LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, JUNTA HORIZONTAL Y VERTICAL DE 1CM, MORTERO TRADICIONAL				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO (SOLES)	PARCIAL (SOLES)
Cemento	Bolsa	0.25	21.20	5.30
Arena gruesa	m3	0.03	55.00	1.54
TOTAL				6.84

Del Cuadro N° 55 se tiene que el costo en materiales para asentar un millar de ladrillos es $6.9 \times 24 = S/.165.60$.

Se observa que para volúmenes considerables de mortero resulta más económico, usar mortero tradicional en comparación con el mortero embolsado. Si se opta por el método tradicional queda a criterio de la persona encargada de la producción de esta partida, verificar la calidad del agregado fino y demás materiales que componen al mortero.

7.2 ALMACENAMIENTO DEL MORTERO SECO

El mortero seco no deberá ser almacenado en obra durante tiempos prolongados, en la mayoría de casos el producto tiene tiempo de almacenamiento en planta para luego ser trasladados a las ferreterías o centros distribuidores de materiales de construcción donde también son almacenados.

Una vez llegado el mortero seco a obra, esta deberá ser almacenada de una forma que evite el contacto con la humedad o agentes que produzcan deterioro al producto, en el caso que se observe el producto embolsado deteriorado no se deberá emplear en obra.

Mantener como máximo 10 bolsas apiladas para evitar compactación (Ver Figura N° 36).



Figura N° 36: Almacenamiento óptimo de mortero embolsado.

7.3 CANTIDAD DE AGUA POR BOLSA DE MORTERO SECO

La cantidad de agua recomendada por el fabricante del producto CONCREMAX es 6 litros por bolsa, sin embargo la cantidad que se recomendará en la presente guía está basada en los resultados obtenidos de los ensayos que se realizaron en la presente investigación.

De los ensayos realizados netamente al mortero embolsado, los resultados indican que el mortero embolsado con menos dosis de agua alcanza la máxima resistencia tanto a compresión como a flexión, cabe mencionar que el mortero embolsado mezclado con igual y mayor dosis de agua alcanzan resistencias aceptables respecto al mortero patrón (Ver cuadro N° 50)

Cuadro N° 50: Porcentajes de resistencia a compresión y resistencia a flexión del mortero CONCREMAX respecto al mortero patrón a 28 días.

MORTERO CONCREMAX		
AGUA POR 40 KG DE MORTERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN
	28 Días	28 Días
5 litros	151.59%	139.78%
6 litros	124.26%	131.64%
7 litros	91.76%	107.14%

De los ensayos realizados en pilas de albañilería elaborados con ladrillo KK 18 Huecos y mortero CONCREMAX, los resultados indican que la pila elaborada con mortero embolsado mezclado con menor dosis de agua alcanza una resistencia a compresión muy baja respecto a la resistencia alcanzada por la pila elaborada con mortero patrón. Sin embargo, las pilas elaboradas con mortero CONCREMAX mezclado con igual y mayor dosis de agua que lo recomendado, alcanzan resistencias cercanas a la resistencia a compresión alcanzada por la pila elaborada con mortero patrón (Ver Cuadro N° 51).

Cuadro N° 51: Porcentajes de resistencia a compresión axial de pilas elaboradas con mortero CONCREMAX respecto a pilas elaboradas con mortero patrón a 28 días.

PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX	
AGUA POR 40 KG DE MORTERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN
	28 Días
5 litros	56.30%
6 litros	90.90%
7 litros	97.13%

De los ensayos realizados en muretes de albañilería elaborados con ladrillo KK 18 Huecos y mortero CONCREMAX, los resultados indican que el murete elaborado con mortero embolsado mezclado con menor dosis de agua alcanza menos del 50% que la resistencia a compresión diagonal alcanzada por la pila elaborada con mortero patrón. Por otro lado, los muretes elaborados con mortero CONCREMAX mezclado con igual y mayor dosis de agua que lo recomendado, alcanzan resistencias a compresión diagonal mayores a la resistencia a compresión alcanzada por el murete elaborado con mortero patrón (Ver Cuadro N° 52).

Cuadro N° 52: Porcentajes de resistencia a compresión diagonal de muretes elaborados con mortero CONCREMAX respecto a muretes elaboradas con mortero patrón a 28 días.

MURETES ELABORADOS CON MORTERO CONCREMAX	
AGUA POR 40 KG DE MORTERO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL
	28 Días
5 litros	38.44%
6 litros	106.99%
7 litros	140.11%

Con respecto a la trabajabilidad del producto CONCREMAX, de los resultados indicados en el Capítulo VI podemos observar que el mortero embolsado mezclado con menor cantidad de agua que lo recomendado es poco trabajable (Ver figura N° 37) y por experiencia observada en el asentado de ladrillos es una mezcla que no permite una correcta adherencia entre ladrillo y mortero, respecto a la trabajabilidad del mortero mezclado con igual cantidad de agua que lo recomendado (Ver Figura N° 38), se puede decir que es una mezcla con una trabajabilidad que si bien, no alcanza la fluidez requerida por la NTP 334.051, por la experiencia se observó que es una mezcla trabajable pero no óptima. Por otro lado la fluidez del mortero CONCREMAX mezclado con mayor cantidad de agua que lo recomendado (Ver Figura N° 39) cumple con los requerimientos de la NTP 334.051 y de la experiencia se observó que es una mezcla con adecuada trabajabilidad para el asentado de ladrillos.



Figura N° 37: Fluidez del mortero CONCREMAX, agua de diseño: 5 Litros por 40 Kg de producto.



Figura N° 38: Fluidez del mortero CONCREMAX, agua de diseño: 6 Litros por 40 Kg de producto.



Figura N° 39: Fluidez del mortero CONCREMAX, agua de diseño: 7 Litros por 40 Kg de producto.

En conclusión, la cantidad de agua recomendada por bolsa de mortero CONCREMAX es 7 litros, se puede observar que con esta dosis de agua la trabajabilidad es adecuada para el asentado de ladrillos, además las resistencias

alcanzadas tanto en los ensayos de pilas como muretes fueron óptimas. Cabe mencionar también, que con 6 litros de agua por bolsa de mortero CONCREMAX, los resultados alcanzados de trabajabilidad y resistencia fueron aceptables.

Respecto al mortero CONCREMAX mezclado con 5 litros por bolsa de producto, se observó una mezcla poco trabajable que si bien es cierto, alcanzó resultados óptimos de resistencia a compresión y flexión del mortero, los resultados de compresión axial en pilas y compresión diagonal en muretes fueron muy bajas.

7.4 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL MORTERO SECO

Se recomienda un buen control de la cantidad de agua que se añadirá a la mezcla seca, esto es uno de los factores que influirá sobre las propiedades mecánicas del elemento final (muros de albañilería), en el caso de no realizar un control adecuado, se debe verificar por simple inspección que la mezcla debe tener una fluidez adecuada ya que el mortero embolsado al ser añadido con agua que le permita tener una correcta trabajabilidad responde satisfactoriamente ante las exigencias del RNE E.070.

CONCLUSIONES

- La investigación se realizó sobre el mortero preparado y embolsado de la marca CONCREMAX (Cuyas especificaciones son: relación cemento/arena= 1/5, cantidad por bolsa = 40 kg, agua recomendada a utilizar = 6 litros por bolsa), al cual se le analizó en 3 casos distintos de adición de agua, siendo estas cantidades de agua; menor, igual y mayor a la cantidad recomendada en las especificaciones del material embolsado (5 litros, 6 litros y 7 litros por bolsa). Además se utilizó un mortero patrón elaborado en base al RNE E.070 (cemento/arena: 1/4), para esta relación de cemento/arena se tienen valores de resistencia en la tabla 9 del RNE E.070 los cuales se utilizaron para comparar los resultados obtenidos. La investigación está orientada en analizar la influencia de los excesos y defectos de la cantidad de agua añadida al mortero embolsado CONCREMAX, sobre las propiedades de los muros de albañilería. Para ello se realizaron los siguientes ensayos:

Ensayos para determinar las propiedades del mortero en estado fresco y endurecido.

Mortero en estado fresco

_Ensayo de fluidez

_Ensayo de peso unitario

Mortero en estado endurecido

_Ensayo de resistencia a la compresión

_Ensayo de resistencia a la flexión

Ensayos para determinar las propiedades del muro de albañilería.

Ensayo en pilas de albañilería

_Ensayo de resistencia a la compresión de pilas

Ensayo en muretes de albañilería

_Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes

Las unidades de albañilería empleadas en la elaboración de pilas y muretes de albañilería fueron: King Kong 18H de dimensiones 9 x 12.5 x 23 cm, clasificación estructural tipo IV. Las pilas fueron elaboradas con juntas horizontales de 1cm y los muretes fueron elaborados con juntas horizontales y verticales de 1cm.

Los resultados obtenidos de cada ensayo del mortero embolsado en sus 3 casos distintos de adición de agua, fueron analizados respecto a los resultados obtenidos de los ensayos realizados al mortero patrón.

El agregado fino empleado para la elaboración del mortero patrón se encuentra dentro del marco de requerimientos que exige el RNE E.070.

- En el mortero fresco, el valor de la fluidez del mortero patrón (agua/cemento: 1.65) fue 111.71 representando el 100% para todas las comparaciones. Los valores de fluidez del mortero embolsado mezclado con 5 litros (agua/cemento: 1.13), 6 litros (agua/cemento: 1.35) y 7 litros (agua/cemento: 1.58) de agua por bolsa fueron 42.06%, 70.84% y 97.13% respectivamente. La fluidez del mortero embolsado mezclado con 5 litros de agua, disminuye considerablemente respecto a la fluidez del mortero embolsado mezclado con 6 y 7 litros de agua.
- El peso unitario del mortero patrón fue 2.07 g/cm³, representando el 100% para todas la comparaciones. Los valores de peso unitario del mortero embolsado en los tres casos de adición de agua fueron: 97.6% para 5 litros, 103.4% para 6 litros y 103.9% para 7 litros de agua por bolsa. Los pesos unitarios del mortero embolsado mezclado con igual y mayor cantidad de agua que lo recomendado resultaron similares.
- En el mortero endurecido, la resistencia a compresión a los 28 días del mortero patrón fue 122.71 kg/cm² representando el 100% de resistencia a compresión. Los valores de resistencia de compresión a los 28 días, del mortero embolsado en los tres casos de adición de agua fueron: 151.59% para 5 litros, 124.25% para 6 litros y 91.76% para 7 litros de agua. El mortero embolsado mezclado con 5 litros de agua tiene mejor desempeño. Al aumentar la fluidez del mortero los valores de resistencia a compresión del mortero disminuyen.
- La resistencia a flexión a los 28 días para el mortero patrón fue 32.78 kg/cm² representando el 100% de resistencia a flexión. Los valores de resistencia a flexión a los 28 días, del mortero embolsado en los tres casos de adición de agua fueron: 139.80% para 5 litros, 131.63% para 6 litros y

107.14% para 7 litros de agua. Los valores de resistencia a flexión del mortero embolsado disminuyen al aumentar la fluidez, teniendo el mejor desempeño al mezclar el mortero embolsado con menor cantidad de agua que lo recomendado.

- Las resistencias de compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes con mortero patrón fueron 74 kg/cm² y 8.35 kg/cm² respectivamente. Los valores de resistencia indicados en la tabla 9 del RNE E.070 son 65 kg/cm² para pilas y 8.1 kg/cm² para muretes. Los valores de resistencia de pilas y muretes con mortero patrón resultaron mayores a los valores indicados en el reglamento mencionado.
- En los ensayos de pilas de albañilería a los 28 días, la resistencia a compresión axial de pilas con mortero patrón fue 74 kg/cm², representando el 100% de resistencia a compresión axial. La resistencia a compresión axial de pilas con mortero embolsado para 5 litros, 6 litros y 7 litros de agua fueron 56%, 91% y 97% respectivamente.
- En los ensayos de muretes de albañilería a los 28 días, la resistencia a compresión diagonal de muretes con mortero patrón fue 8.35 kg/cm², representando el 100% de resistencia a compresión diagonal. La resistencia a compresión diagonal de muretes con mortero embolsado para 5 litros, 6 litros y 7 litros de agua fueron 38%, 107% y 140% respectivamente.
- De los ensayos en pilas y muretes, al mezclar el mortero embolsado con un litro más de agua que lo recomendado se tiene una mayor fluidez y un mejor desempeño de las propiedades mecánicas del muro de albañilería. Al mezclar el mortero con un litro menos de agua que lo recomendado, la fluidez del mortero disminuye, la adherencia mortero/ladrillo es menor y las resistencias de compresión axial y diagonal resultan bajas.
- Las cantidad de mortero embolsado por metro cuadrado de muro de albañilería (Aparejo de sogá, ladrillo King Kong 18 huecos, juntas verticales

y horizontales de 1 cm) en relación a la cantidad de agua son: 1 bol/m² para 5 litros, 1.3 bol/m² para 6 litros y 1.5 bol/m² para 7 litros de agua.

- Las cantidades de mortero para el asentado de 1 millar de ladrillos son: 24 bol/millar para 5 litros, 32 bol/millar para 6 litros y 36 bol/millar para 7 litros de agua.
- A mayor cantidad de agua mayor es la trabajabilidad y por tanto se tiene mayor cantidad de mortero.
- Los costos directos en materiales del mortero embolsado para el asentado de 1 millar de ladrillos son 158% para 5 litros, 210% para 6 litros y 236% para 7 litros de agua por bolsa, respecto del costo directo de materiales del mortero tradicional.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un buen control en la cantidad de agua añadida al mortero CONCREMAX, ya que la fluidez del mortero embolsado influye en las propiedades del muro de albañilería y los costos de producción.
- Se recomienda considerar el uso del mortero embolsado en muros de albañilería con función estructural, siempre que las unidades de albañilería que las conforman también tengan clasificación estructural. Se recomienda el uso del mortero seco para muros de albañilería no portantes, como muros de separación, tabiquerías, parapetos, entre otros.
- Se recomienda utilizar 7 litros de agua por bolsa de mortero embolsado CONCREMAX, al añadirle esta cantidad de agua se tiene una adecuada trabajabilidad y el mejor desempeño en cuanto a resistencias alcanzadas.
- El mortero embolsado es recomendable cuando se usa en mínimas cantidades (Ampliaciones, remodelaciones, etc.), ya que, en volúmenes considerables no son económicos en comparación con los costos de producción del mortero tradicional.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASOCEM, Catálogo de Normas Técnicas Peruanas de Cementos, Cales y Yesos. Centro de documentación. Lima-Perú 2013.
2. CHURA FLORES, SANTOS SALOMÓN, “Estudio del espesor del mortero en muros de albañilería de arcilla cocida”, Tesis para obtener el título profesional, FIC-UNI, Lima - 1994.
3. Instituto Nacional de Investigación y Normalización de SENCICO, “Albañilería N.T.P. E-070“, Lima, Edición 2006.
4. MOGOLLON BABBAGE, JAVIER ERNESTO, “Morteros secos en el campo de la construcción”, Informe de suficiencia, Facultad de Ingeniería Química y textil UNI, Lima - 1994
5. MORANTE PORTOCARRERO, ALVARO M., “Mejora de la adherencia mortero-ladrillo de concreto”, Tesis para optar el título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú –Fondo Editorial, Lima, 2008.
6. QUIUN WONG, DANIEL, “Corrección por esbeltez den pilas de albañilería ensayadas a compresión axial”, Pontificia Universidad Católica del Perú – Fondo Editorial, Lima, 2005.
7. QUIUN, D.; SAN BARTOLOMÉ Á., “Nuevas metas para mejorar la norma de albañilería E.070 – 2006”- Pontificia Universidad Católica del Perú – Fondo Editorial, Lima, 2008.
8. ROJAS RAYME, KEVIN J., “Análisis comparativo del mortero seco en condiciones producidas y recomendadas” (Tesis para optar el título profesional), Departamento Académico de Construcción, FIC-UNI, Lima, 2016.

9. SAN BARTOLOMÉ, ÁNGEL, "Albañilería Confinada", Colección del Ingeniero Civil, Libro N°4 del Capítulo de Ingeniería Civil-Consejo departamental de Lima, 1992.
10. SAN BARTOLOMÉ, ÁNGEL, "Comentarios a la norma técnica de edificación E.070 albañilería informe final" Pontificia Universidad Católica del Perú –Fondo Editorial, Lima, 2005.
11. SAN BARTOLOMÉ, ÁNGEL, "Construcciones de Albañilería: Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural", Pontificia Universidad Católica del Perú –Fondo Editorial, Lima, 1994.
12. VILLEGAS MARTÍNEZ, CARLOS. A., "Estudio de verificación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida de lima metropolitana". (Tesis para optar el título profesional), Departamento Académico de Construcción, FIC-UNI, Lima, 2008

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Presentación producto embolsado “Topex Mortero” fabricado por CONCREMAX.....	132
Anexo N° 2: Especificaciones del producto embolsado “Topex Mortero” fabricado por CONCREMAX.....	133
Anexo N° 3: AGREGADO FINO PARA LA ELABORACIÓN DEL MORTERO PATRÓN, TAMIZADO DE LA ARENA CON LA MALLA N° 4.	134
Anexo N° 4: AGREGADO FINO PARA LA ELABORACIÓN DEL MORTERO PATRÓN, TAMIZADO DE LA ARENA CON LA MALLA N° 8.	134
Anexo N° 5: AGREGADO FINO PARA LA ELABORACIÓN DEL MORTERO PATRÓN, ELIMINACIÓN DE MATERIAL RETENIDO EN LAS MALLAS N° 4 y N° 8.	134
Anexo N° 6: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DE PILAS Y MURETES, LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS DE LA MARCA PIRÁMIDE.....	135
Anexo N° 7: ESPECIMENES DE ENSAYO, TOTAL DE PILAS Y MURETES A ENSAYAR.	135
Anexo N° 8: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MENOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.....	136
Anexo N° 9: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON IGUAL CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES....	136

Anexo N° 10: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MAYOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.....	137
Anexo N° 11: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO PATRÓN.....	137
Anexo N° 12: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MENOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.....	138
Anexo N° 13: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON IGUAL CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES....	139
Anexo N° 14: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MAYOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.....	140
Anexo N° 15: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO PATRÓN.....	141



Anexo N° 1: Presentación producto embolsado “Topex Mortero” fabricado por CONCREMAX.



Topex Mortero es una mezcla seca de arena gruesa y CEMENTO SOL. Esto para agregarle la cantidad recomendada de agua.

USOS
Topex Mortero es ideal para contrapisos y asentado de unidades de albañilería tales como ladrillos o bloques de concreto, arcilla, sílice calcáreos y piedras.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Agua a utilizar

	Bloques	Ladrillos
Proporción Cemento: Arena	1:4	1:5
Agua (litros por bolsa)	6.0 a 6.5	

Rendimiento referencial:

Muro con saga-ladrillo King Kong 18 huecos		
Bolsa	Espesor (cm)	Rendimiento por m ³
1	1.5	0.50

Muro con bloques de concreto		
Bolsa	Espesor (cm)	Rendimiento por m ³
1	1.0	1.50

Contrapisos		
Bolsa	Espesor (cm)	Rendimiento por m ³
1	3.0	0.66
1	4.0	0.49
1	5.0	0.37

RECOMENDACIONES Y PRECAUCIONES

Consistencia: Es importante utilizar la cantidad de agua indicada para garantizar una correcta mezcla.

Almacenaje y manipulación: Almacenar en un lugar seco y techado. No dejar en contacto con la humedad del suelo ni dejar las bolsas abiertas. Evitar tiempos de almacenamiento prolongados.

Seguridad: Evitar el contacto con la piel. En caso de contacto con los ojos, enjuagar inmediatamente con abundante agua y acudir al médico.

Fabricado por **CONCREMAX S.A.**
Cooperativa Las Verdinas Mz. F Lote 3A - Villa El Salvador (Km. 18.5 Panamericana Sur)
Central Telefónica: (01) 217 - 2700 · sac@concremax.com.pe · www.concremax.com.pe 

MODO DE EMPLEO

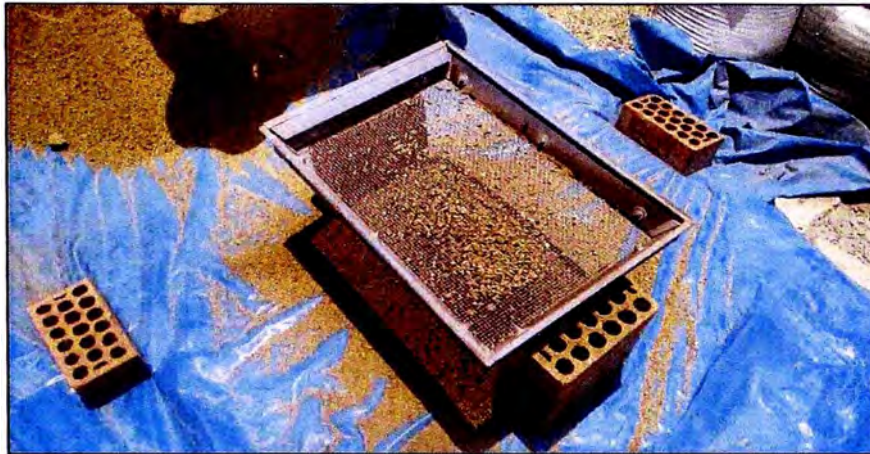
1 
Preparar el lugar donde se va a aplicar la mezcla.

2 
Colocar todo el contenido en una bandeja, carretilla o superficie limpia y plana. Mezclar el contenido.

3 
Formar una cavidad central y agregar la cantidad de agua indicada. Mezclar hasta lograr una consistencia uniforme.

4 
Aplicar la mezcla de Topex Mortero y darle el acabado requerido.

Anexo N° 2: Especificaciones del producto embolsado “Topex Mortero” fabricado por CONCREMAX.



Anexo N° 3: AGREGADO FINO PARA LA ELABORACIÓN DEL MORTERO PATRÓN, TAMIZADO DE LA ARENA CON LA MALLA N° 4.



Anexo N° 4: AGREGADO FINO PARA LA ELABORACIÓN DEL MORTERO PATRÓN, TAMIZADO DE LA ARENA CON LA MALLA N° 8.



Anexo N° 5: AGREGADO FINO PARA LA ELABORACIÓN DEL MORTERO PATRÓN, ELIMINACIÓN DE MATERIAL RETENIDO EN LAS MALLAS N° 4 y N° 8.



Anexo N° 6: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DE PILAS Y MURETES, LADRILLOS KING KONG 18 HUECOS DE LA MARCA PIRÁMIDE.



Anexo N° 7: ESPECIMENES DE ENSAYO, TOTAL DE PILAS Y MURETES A ENSAYAR.



Anexo N° 8: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MENOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.



Anexo N° 9: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON IGUAL CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.



Anexo N° 10: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MAYOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.



Anexo N° 11: MODO DE FALLA DE PILAS ELABORADAS CON MORTERO PATRÓN.



Anexo N° 12: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MENOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.



Anexo N° 13: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON IGUAL CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.



Anexo N° 14: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO CONCREMAX MEZCLADO CON MAYOR CANTIDAD DE AGUA QUE LO RECOMENDADO EN SUS ESPECIFICACIONES.



Anexo N° 15: MODO DE FALLA DE MURETE ELABORADO CON MORTERO PATRÓN.