

INCIDENCIA DE LOS COMPONENTES EN LA RESISTENCIA DEL MORTERO UTILIZADO EN CHILPANCINGO GUERRERO

Brayhan Guzmán
Benítez

Alfredo Cuevas
Sandoval

Raziel Barragán
Trinidad

Mateo Sánchez
Calvo

Unidad Académica de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. C.U. Sur
Av. Lázaro Cárdenas S/N Ciudad Universitaria C.P. 39070 Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México
+52 (747) 498 7183 +52 (747) 110 0179 +52 (747) 131 4582 +52 (747) 529 4181
guzbai@hotmail.com acuevas36@hotmail.com razielbt@gmail.com sc_421@hotmail.com

RESUMEN

El presente artículo da a conocer la calidad de los bancos de arena utilizados y así poder conocer cuál de los bancos de la región que suministra a Chilpancingo Guerrero es el que incide y cumple con las especificaciones vigentes, para trabajar y así proporcionar recomendaciones que puedan servir como referencia para un mejor uso y aprovechamiento en la construcción, así también se hace mención de las pruebas que aplican a las arenas y a los morteros, arrojándonos información de que combinación (arena y que cemento de albañilería), obtiene más resistencia y su conveniencia en la fabricación de mortero.

Área temática

Materiales de Construcción

Palabras clave

Mortero, mampostería, resistencia, edificación.

1. INTRODUCCIÓN

El mortero, se define como el material formado por un cementante hidráulico finamente pulverizado, que al agregarle agua y arena, tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida que obtiene una resistencia mecánica con el paso del tiempo, NMX-C-21.

La fabricación de los morteros ha experimentado cambios importantes, pasando de una fabricación artesanal a una fabricación industrial utilizando productos de calidad y procedimientos industriales garantizando la elaboración de morteros, para ello existen normas que permiten evaluar su calidad, durabilidad resistencia y así definir cuál marca comercial de los componentes, es la que cumple con las especificaciones requeridas Valenzo, J. C. 2009.

La arena debe de cumplir con los estándares de calidad, es decir estar limpia y sin contaminantes, como lo son arcillas, tierra orgánica, sal.

Los tipos de bancos de agregado fino de la región Chilpancingo, se muestrearon sometidos a pruebas de laboratorio y así poder tener una idea aproximada de la calidad de cada uno de ellos para la elaboración del mortero y someterlos a la prueba de resistencia

en cubos de 5x5x5 para poder saber con exactitud con cuál de los bancos se obtiene una mayor resistencia.

Gracias al impulso tecnológico, al diseño de mezclas de acuerdo con su aplicación, a los procesos de elaboración y manipulación, así como a los sistemas de puesta en obra, las propiedades de los morteros se pueden ver modificadas profundamente y responder a condiciones y características determinadas, y aun mejorándolas, por esta razón los morteros se hacen imprescindibles en cualquier edificación.

El desarrollo de morteros fuertes, a fines del siglo XIX, no constituyó el único avance experimentado por la construcción de muros: otro paso importante fue el de cementos de albañilería.

Un cemento de albañilería es una combinación de materiales preparados en fábrica; tal combinación produce un mortero con las propiedades deseadas. El cemento de albañilería incluye: cemento Portland, material plastificante (por ejemplo, piedra caliza finamente molida), cal hidratada (o bien, ciertas arcillas o pizarras), agentes de inclusión de aire y, algunas veces, impermeabilizantes.

El **cemento** es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas. La piedra caliza se extrae de canteras. Estas piedras son transportadas a la planta de trituración.

A través de trituradoras se reducen las rocas a un tamaño adecuado para su posterior procesamiento, esta caliza triturada de calidad controlada se transporta por cinta o banda a un stock llamado escombrera. De la escombrera se extrae la piedra caliza por cinta y es llevada hacia las tolvas de molino de materia prima donde se muele con otros componentes minoritarios para formar un polvo llamado harina cruda, esta harina se lleva a los silos donde es homogeneizada y posteriormente transportada al horno, siendo aquí donde se hace la deshidratación y decarbonización sufriendo así la pre calcinación, el material pre calcinado entra en un horno rotatorio donde la temperatura aumenta hasta unos 1450 grados C., es aquí donde se producen las reacciones químicas más importantes y como resultado es el Clinker material básico para el cemento al cual se le agrega yeso, este le da la propiedad a esta mezcla para que pueda fraguar y endurecerse que por lo regular va de 2 a 24 horas.

1. COMPONENTES DE LOS MORTEROS

Los componentes básicos para elaborar una mezcla de mortero son cementante, agua, arena y ocasionalmente se le agregan adiciones y aditivos, los cuales se describen a continuación.

Arena: La arena es un producto o agregado natural que nos brinda la madre naturaleza que son extraídos de corrientes aluviales, canteras y minas, también pueden ser procesados o artificiales, constituidos por fragmentos de roca que deben ser duros y resistentes. Los principales bancos que suministran a Chilpancingo son:

Banco papagayo: Localizado al sur de Chilpancingo a una distancia de 120 km, suministra material en greña el cual es sometido a un proceso de lavado y separación por medio de maquinaria, de ahí se obtiene arena y grava, los cuales tienen una coloración grisácea y cumplen ampliamente con la normatividad

Banco el quemado: El banco el quemado está ubicado al sur de la ciudad de Chilpancingo a 80 km de distancia, el cual solamente suministra arena de color amarillento de buena calidad.

Banco la venta: El banco la venta ubicado al este de Acapulco. El material obtenido es arena y solamente se obtiene en la época de sequía o estiaje.

Banco Coyuca de Benítez: El banco de Coyuca de Benítez se localiza a 35 km al oeste de Acapulco. El material que se obtiene principalmente es arena y solamente se puede extraer en época de sequía o estiaje.

Cementante: El cemento citado en este trabajo es el cemento de albañilería o denominado comúnmente en el medio de la construcción *mortero*, que es una mezcla de ingredientes minerales, en el cual también están presentes los ingredientes usados en la fabricación del cemento portland.

El cemento de albañilería disponible en Chilpancingo, es una variedad de marcas comerciales como: Tolteca, Cruz Azul, Holcim, Moctezuma, las cuales proveen características muy particulares para ser competitivas en el mercado, sin dejar de cumplir con los estándares de calidad especificados en la norma NMX-C-021.

Agua: El agua en la elaboración del mortero juega un papel muy importante ya que nos permite hacer que el mortero sea moldeable, pero perjudicial en abundancia, debe de estar libre de aceite, ácidos, sales, es decir limpia, debe de ser potable, de lo contrario se alteraría la resistencia. El agua, aun cuando es un recurso que escasea se tiene segura su disponibilidad, por lo que es importante seguir las recomendaciones que señala la NMX-C-122.

Aplicaciones:

El mortero en la industria de la construcción tiene diferentes aplicaciones por su plasticidad, consistencia y facilidad de trabajar.

Es común su uso en trabajos de mampostería, figura 1, que es el pegado de tabiques y piedras, también cabe mencionar que con el mortero se hacen aplanados, enjarre o repellido de muros, dándole al final diferentes tipos de acabados figura 2 Carlos, L. 2012.

Cabe mencionar que hay aditivos y adiciones que modifican el estado del mortero haciéndolo adecuado a nuestra forma y necesidad de trabajo.

Aditivos: Es un producto o sustancia distinta a los agregados, cemento o agua, se usa como ingrediente del mortero, el cual se añade a la revoltura inmediatamente antes o durante su mezclado.

Los aditivos para concreto, mortero o pasta son materiales orgánicos o inorgánicos, incluyendo minerales, en estado sólido o líquido, que se añaden a los componentes normales de la revoltura, en la mayoría de los casos hasta un máximo de 5 % de la masa de cemento o materiales cementantes. Los aditivos se utilizan como modificadores de un(los) comportamiento(s) específico(s) dentro de cierto rango. Se pueden obtener ventajas con su uso adecuado y su actividad puede verse afectada por condiciones climatológicas, los otros componentes del concreto y otros aditivos.



Figura 1. Junteo o pegado de mampostería.



Figura 2. Aplanado o repellido con mortero.

Adiciones o adionantes: Conocidos también como cementantes suplementarios incluyen escorias, cenizas naturales y artificiales que son activadas por los compuestos resultantes de la hidratación del cemento pòrtland impartiendo al mortero diversas características, algunas de ellas relacionadas directamente con el aumento de la durabilidad, minimizando efectos adversos. Los materiales adionantes tales como la *ceniza volante*, *escorias*, *puzolanas* o *microsilica*, los cuales pueden ser componentes del cemento, mortero y/o concreto, incluyendo productos que actúen como refuerzo, no son clasificados como aditivos.

Los componentes del mortero deben ser sometidos a pruebas de laboratorio con el fin de conocer sus propiedades físicas y tener un mejor aprovechamiento de los mismos. Además con el objeto de

incrementar la certeza de obtener las resistencias de proyecto y mejorar la calidad de los elementos construidos.

Se diseñó una mezcla para la determinar la resistencia compresión del mortero, con los cuatro bancos de arena. Para ello se hicieron pruebas a compresión en cubos de 5X5X5 cm, elaborados con cemento de albañilería marca tolteca y arena, la cual se tomó de los bancos que suministran a la región Chilpancingo. Las proporciones o dosificaciones utilizadas son las que aplican en la práctica diaria de albañiles y maestros de obra.

2. PROPIEDADES Y REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales utilizados en la elaboración de mortero se consideran adecuados si cumplen cada uno de manera satisfactoria los requisitos de calidad. Así también, si el mortero elaborado cumple los parámetros especificados en estado fresco y endurecido. Los resultados de la Tabla 1, indican que se cumple en cada uno de los apartados y se describe de forma breve cada determinación De Jesús, K. 2009.

Peso volumétrico suelto seco (PVSS): Es el peso del agregado que se quiere para llenar un recipiente o un volumen unitario especificado, el objetivo es determinar el peso del material seco por unidad de volumen.

Peso volumétrico varillado seco (PVVS): Es el volumen de materiales apilados y que están sujetos a acomodamiento o asentamientos provocados por el tránsito sobre ellos, el objetivo es determinar el peso del material compactado por unidad de volumen por un proceso mecánico de compactación.

% de absorción: La partícula del agregado fino está constituido de materia sólida y de vacíos que pueden y no contener agua. El objetivo es determinar la cantidad de agua que puede absorber el agregado fino y sirve para calcular o diseñar el proporcionamiento de mezclas del mortero.

Tabla 1. Propiedades de la arena

Propiedad	Quemado	La Venta	Papagayo	Coyuca de Benítez.	Promedio
PVSS (g/cm ³)	1493.02	1587.76	1492.31	1489.70	1515.70
PVVS (g/cm ³)	1501.36	1592.18	1600.52	1496.73	1547.70
%Absorción	1.83	2.01	1.82	1.89	1.89
Densidad (g/cm ³)	2.47	2.48	2.49	2.49	2.48
Módulo de Finura	3.21	3.32	3.36	2.69	3.14
Impurezas orgánicas	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Densidad: Es determinar el valor cuantitativo de la densidad aparente sobre la base del peso del agregado saturado y superficialmente seco que nos da una idea del peso volumétrico del mortero así como su empleo para calcular el volumen ocupado por el agregado en el concreto.

Una de las pruebas que se le realiza a la arena más frecuentemente es la prueba de granulometría ya que es la que nos permite conocer de forma más aproximada la graduación y calidad del material.

Módulo de finura: Se define como un factor o número empírico obtenido por la suma de los porcentajes retenidos acumulados en cada una de las mallas. El módulo de finura se obtiene conforme a las normas ASTM C 125, sumando los porcentajes en peso de los agregados en una serie específica de malla y dividiendo la suma entre 100 y es útil para estimar la proporción de los agregados finos.

Un requisito indispensable de la arena para mortero, es que no contenga un exceso de finos ya que afecta en gran manera la resistencia del mortero fabricado con ella. Una arena de buena calidad debe contener máximo el 5% de finos que pasa la malla número 200.



Figura 3. Determinación granulométrica de la arena.

Impurezas orgánicas: Consiste en determinar si el agregado fino está libre de impurezas orgánicas perjudiciales. El agregado que al efectuarle la prueba de contenido orgánico (norma NMX-C-88) da un color más oscuro que el referente, quiere decir que está contaminado. El resultado cumple para los cuatro bancos.

Con respecto al cementante que es el cemento de albañilería, en la elaboración de la mezcla se tiene que por ser un producto industrializado cumple sin problema la normatividad, y para el caso del agua solo debe verificarse que sea potable, no se utilizaron aditivos ni adiciones.

Además de lo anterior, el mortero tiene dos propiedades fundamentales que son: 1) En estado fresco, que son las que determinan las condiciones del uso del mortero, las cuales son: fluidez, cohesión, retención, y 2) En estado endurecido, es cuando ha cumplido determinada edad y ha adquirido la resistencia para la que fue diseñado.

Propiedades del mortero: En estado fresco tiene *fluidez* que permite deslizar la cuchara y posicionar los mampuestos. *Cohesión* depende que el mortero no se desintegre al colocarse la hilada. *Plasticidad* es la propiedad que tiene la trabajabilidad del mortero y depende de la consistencia de la granulometría y de la cantidad de finos que contenga la arena. En estado endurecido *resistencia a la compresión* se obtiene conforme a los resultados del ensayo de probetas

conservadas en laboratorio, los morteros se designan según su resistencia a cada edad.



Figura 4. Prueba de colorimetría.

El agregado fino debe de estar libre de cantidades perjudiciales por impurezas orgánicas lo cual establece la norma NMX-C-88 Vivar, F. 2009.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS EN MORTEROS

Al mortero se le realizan pruebas en estado fresco y endurecido para determinar su consistencia, resistencia, temperatura, fluidez y contenido de agua, entre otras. En estudios realizados se ensayaron varias mezclas de mortero en donde se determinó la fluidez y la humedad, con un análisis para una proporción 1:4 con curado y sin curar, utilizando un paquete estadístico De Jesús, F. 2009.

Fluidez: Es Un método indirecto para determinar la manejabilidad de una mezcla, consiste en medir su consistencia o fluidez. Es una prueba que se usa comúnmente en las construcciones de todo el mundo; la prueba no mide la trabajabilidad del mortero, sino que determina la consistencia o fluidez de la mezcla; es muy útil para detectar variaciones en la uniformidad. En mezclas fabricadas con cemento de albañilería (mortero) de la marca Cruz Azul y arenas de los cuatro bancos de la región de estudio, a las diferentes edades de ruptura, con la proporción 1:4. En la que se observa que la fluidez promedio oscila de 109.31 a 111.27 y la mayor variabilidad es en morteros con arena de la venta y la menor es con arena del Papagayo.

Humedad: Posteriormente al ensaye de la fluidez determinó la humedad en las mezclas de mortero, figura 5. Donde se obtuvo que el menor porcentaje de humedad y variabilidad es en mezclas elaboradas con arena del banco papagayo y la mayor humedad y variabilidad es en mezclas hechas con arena de Coyoaca

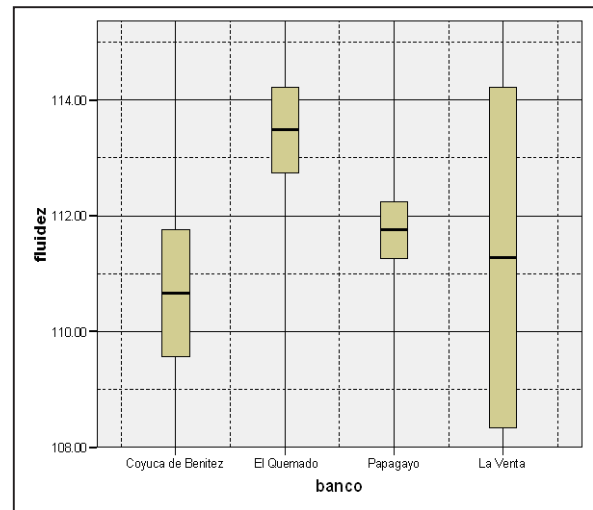


Figura 5. Grafica de caja para la variable fluidez.

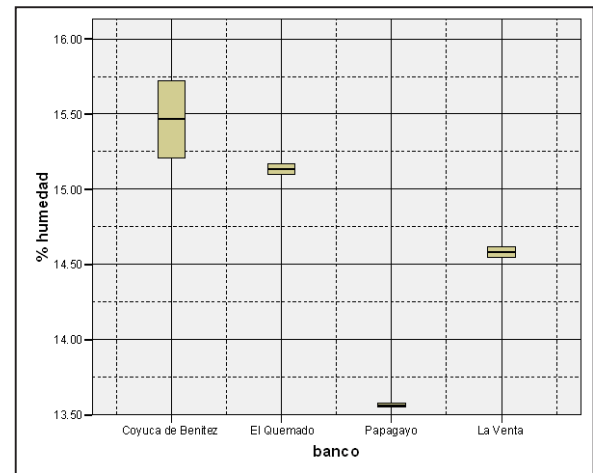


Figura 6. Grafica de caja para la variable Humedad.

Los estadísticos de la Tabla 3, corresponden a resultados de pruebas en cubos de mezclas de mortero evaluando su resistencia global, observando que el mortero sin curar tiene una media de resistencia menor en relación al mortero que se sometió a curado.

Tabla 3. Estadísticos de resistencia a la edad de 28 días con y sin curado

Medidas descriptivas	Curado Si	Curado No
Media	289.76	219.50
Mediana	294.10	217.62
Varianza	314.91	195.27
Desv.tip.	17.74	13.97
Mínimo	240.97	191.16
Máximo	317.46	250.89
Rango	76.49	59.53

La resistencia a compresión Tabla 4, Tabla 5, figura 7, obtenidas en cubos elaborados con cemento de albañilería de la marca cruz azul con curado y sin curar, se observa que cuando se le aplica curado al mortero se obtienen resistencias mayores que al no dar curado.

La comparación de calidad realizada a los cuatro bancos de arena con una dosificación en proporción 1:4 es más resistente en las líneas de color rojo. A los 7 días de curado las resistencias se mantienen en un rango de 150 a 210 kg/cm² de todos los bancos, a los 14 días se observa como son superados los cubos a los que no se les dio curado y por último a los 28 días ya se observa con mucha facilidad la diferencia de resistencia. De lo anterior se puede afirmar la importancia que tiene el curado para garantizar la resistencia a compresión De Jesús, F. 2009.

Tabla 4. Resultados a compresión proporción 1:4 con curado

Banco	Resistencia a los 7 días (kg/ cm ²)	Resistencia a los 14 días (kg/ cm ²)	Resistencia a los 28 días (kg/ cm ²)
Coyuca de Benítez	188.44	233.66	265.83
El quemado	207.83	251.20	296.47
Papagayo	165.28	256.05	300.57
La venta	185.02	240.33	296.18

Tabla 5. Resultados a compresión proporción 1:4 sin curado

Banco	Resiste. a los 7 días (kg/ cm ²)	Resiste. a los 14 días (kg/ cm ²)	Resiste. a los 28 días (kg/ cm ²)
Coyuca de Benítez	179.26	208.74	209.04
El quemado	194.63	204.37	222.55
Papagayo	154.82	219.33	222.45
La venta	175.20	225.96	223.95

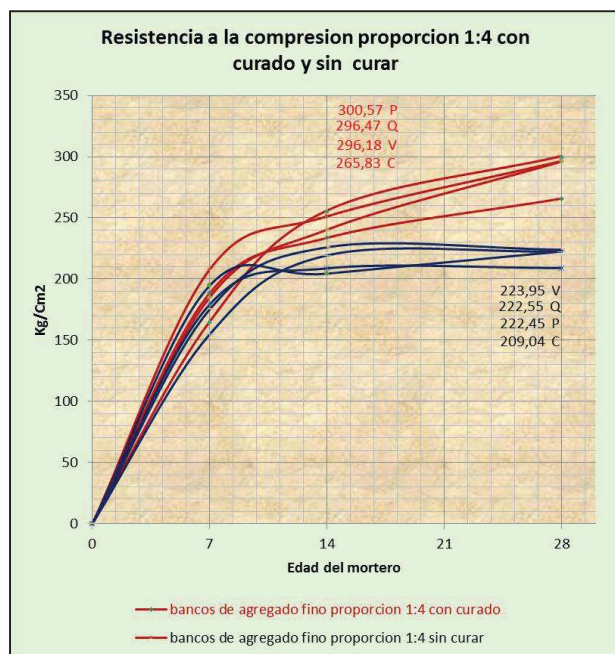


Figura 7. Resistencia a compresión del mortero.

5. CONCLUSIONES

Se concluye en la prueba de resistencia, que el mortero ensayado a las tres edades de curado (7, 14 y 28 días), por medio de cubos de 5 centímetros por cada lado aproximadamente realizada en el laboratorio de materiales, se diseñó la proporción 1:4 para la

fabricación del mortero con curado y sin curado por ser la más usual en los trabajos de construcción, es recomendable hacer la prueba a los 28 días que es la edad de garantía en la que el mortero alcanza una resistencia óptima. De la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Con curado se concluyó que la resistencia en el mortero se incrementa de manera significativa.

En la proporción 1:4 para la fabricación del mortero sin curar, la resistencia disminuyó

Para los demás bancos a los que se le realizó estudio se llegó a la conclusión de que las resistencias están dentro de la tolerancia de las normas de construcción.

Con los resultados obtenidos, podemos darnos cuenta de cómo inciden los componentes que nos brinda la madre naturaleza en la resistencia del mortero. Se comprobó que el mortero que presenta mejores propiedades físicas y mecánicas es el fabricado con la arena del banco papagayo ya que es el que nos da una mayor resistencia y el que arroja más baja calidad es el banco de Coyuca de Benítez que pudo ser afectada por la gran cantidad de finos en la arena.

Se recomienda dar curado a los trabajos elaborados con mortero, ya que alcanza mayor resistencia; también es muy importante el no utilizar arenas que no pasen la prueba de impurezas orgánicas ya que disminuye en gran medida la resistencia del mortero.

6. AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a los autores de las tesis aquí citadas por haberme dado la autorización y oportunidad de indagar en sus temas de investigación, que sin duda son importantes fuentes de experiencia y conocimiento de donde extraje información para la realización del presente artículo.

7. REFERENCIAS

- [1] Valenzo, J. C. 2009. *Diagnóstico y verificación de propiedades físicas y mecánicas del mortero de la región Chilpancingo, Guerrero*. Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil. Chilpancingo, México. Unidad Académica de Ingeniería. Universidad Autónoma de Guerrero.
- [2] Carlos, L. (2012) *Estudio experimental en morteros considerando el efecto de banco de arena, edad y cemento de albañilería en la resistencia*. Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil. Chilpancingo, México, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero.
- [3] Vivar, F. (2009) *Modelación de comportamiento de la resistencia del mortero: considerando condiciones de curado*. Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil. Chilpancingo, México, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero.
- [4] De Jesús, F. (2009) *Diagnostico y verificación de propiedades físicas y mecánicas del mortero del municipio de Acapulco de Juárez Guerrero: caso arenas mayor utilizadas y cemento de albañilería marca cruz azul*. Tesis de licenciatura, Ingeniero Civil. Chilpancingo, México, Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero.