

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS
DE LOS LADRILLOS KING - KONG PRODUCIDOS EN EL
SECTOR DE FILA ALTA - JAÉN**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR: Ing. William Quiroz Gonzáles

BACHILLER: Abelino Mego Barboza

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A mi hijo FABIO ANDRE Y
ESPOSA con mucho amor y
cariño les dedico todo mi
esfuerzo y trabajo puesto
para la realización de esta
tesis.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE, mi MADRE Teodora Barboza, mi segunda madre MI TIA; a mis hermanos, por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

ÍNDICE

Contenido	Página
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Tablas.....	v-vii
Índice de Figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	xi
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	1
Antecedentes.....	1-3
Bases Teóricas.....	3-11
Definición de términos básicos.....	11-23
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	23-29
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30-49
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50-51
REFERENCIAS.....	52-54
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Título	Página
Tabla 1. Requisitos Obligatorios, variación dimensional, alabeo.....	14
Tabla 2. Requisitos para, absorción, coeficiente de saturación.....	15
Tabla 3. Tipo de ladrillo en función de condiciones de uso.....	15
Tabla 4. Módulo de Ruptura para cada tipo de ladrillo.....	17
Tabla 5. Ladrilleras seleccionadas.....	24
Tabla 6. Identificación de muestras.....	25
Tabla 7. Dosificación de materiales empleados.....	28
Tabla 8. Variación dimensional del largo de la unidad.....	31
Tabla 9. Variación dimensional del ancho de la unidad.....	31
Tabla 10. Variación dimensional de la altura de la unidad.....	32
Tabla 11. Comparación de la variabilidad dimensional.....	32
Tabla 12. Espesores de junta horizontal según norma E-070.....	34
Tabla 13. Comparación de alabeo de la unidad.....	34
Tabla 14. Resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería.....	36
Tabla 15. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b)-Edilbrando Aguilar.....	36
Tabla 16. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b)-Modesto Llanos.....	36
Tabla 17. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b)-Uber Lozano.....	37

Título	Página
Tabla 18. Resistencia a la compresión-Marcos Arévalo.....	37
Tabla 19. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b)-Clariza Gonzáles.....	37
Tabla 20. Comparación de la resistencia a la compresión-Sahlin....	38
Tabla 21. Resistencia a la tracción por flexión (ftb)-Edilbrando A....	39
Tabla 22. Resistencia a la tracción por flexión (ftb)-Modesto Llanos.	39
Tabla 23. Resistencia a la tracción por flexión (ftb)-Uber Lozano...	39
Tabla 24. Resistencia a la tracción por flexión (ftb)-Marcos A.....	40
Tabla 25. Resistencia a la tracción por flexión (ftb)-Clariza G.....	40
Tabla 26. Valores mínimos de módulos de rotura.....	41
Tabla 27. Clasificación y comparación de las unidades.....	42
Tabla 28. Peso específico y humedad natural- Edilbrando A.....	42
Tabla 29. Peso específico y humedad natural-Modesto LI.....	43
Tabla 30. Peso específico y humedad natural-Uber L.....	43
Tabla 31. Peso específico y humedad natural-Marcos Arévalo.....	43
Tabla 32. Valores resumen Peso específico y humedad natural.....	44
Tabla 33. Resultados de succión-Edilbrando Aguilar.....	44
Tabla 34. Resultados de succión-Modesto Llanos.....	45
Tabla 35. Resultados de succión-Uber Lozano.....	45
Tabla 36. Resultados de succión-Marcos Arévalo.....	45
Tabla 37. Resultados de succión-Clariza Gonzáles.....	46
Tabla 38. Resultados de clasificación de succión.....	46
Tabla 39. Resultados de absorción-Edilbrando Aguilar.....	47

Título	Página
Tabla 40. Resultados de absorción-Modesto Llanos.....	47
Tabla 41. Resultados de absorción-Uber Lozano.....	48
Tabla 42. Resultados de absorción-Marcos Arévalo.....	48
Tabla 43. Resultados de absorción-Clariza Gonzales.....	48
Tabla 44. Resumen de resultados de absorción.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
Figura 1.1 Tiahuanaco: Chulpas, construcción de barro y piedra.....	7
Figura 1.2 La Mamacona o Templo de Pachacamac.....	7
Figura 1.3 Colocación del material a los moldes.....	8
Figura 1.4 Moldeado de la unidad.....	8
Figura 1.5 Muestras para ser secadas.....	9
Figura 1.6 Secado de los adobes.....	10
Figura 1.7 Preparación del ladrillo para la entrega.....	11
Figura 1.8 Determinación de la altura de la unidad.....	20
Figura 2.1 Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos.....	28
Figura 2.2 Ensayo de flexión en ladrillos.....	29
Figura 11 Visita a la ladrillera del Sr. Edilbrando.....	55
Figura 12 Horno artesanal del Sr. Uber Lozano.....	55
Figura 13 Compra de ladrillos King-Kong.....	56
Figura 14 Realización del ensayo de variación dimensional.....	56
Figura 15 Ladrillos seleccionados para el ensayo a la compresión..	57
Figura 16 Rotura de ladrillos en el laboratorio UNC-Jaén.....	57
Figura 17 Selección de ladrillos para su posterior ensayo.....	58
Figura 18 Ensayo a la compresión laboratorio Magma.....	59

Título	Página
Figura 19 Ensayo a la tracción.....	60
Figura 20 Ensayo de alabeo en una unidad.....	61
Figura 21 Control de peso de la unidad sumergida.....	62
Figura 22 Nivelación de los soportes antes del ensayo de succión.	62
Figura 23 Evaluación de la succión en una unidad de ladrillo.....	63
Figura 24 Unidades secadas al horno.....	63

RESUMEN

La presente investigación evalúa las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King-Kong fabricados artesanalmente en el sector de Fila Alta. La investigación se realizó en los meses de Enero a Abril del 2013, aplicando los ensayos de resistencia mecánica a la compresión y a la flexión, bajo la norma E-070 determinando sus valores máximos y mínimos, y la probabilidad de falla del ladrillo King-Kong sujeto a la resistencia mecánica. Adicionalmente, se calculó la variación dimensional, alabeo, absorción, peso específico, succión con pruebas estandarizadas para ladrillos producidos en Perú.

Ésta metodología fue aplicada a 5 ladrilleras de la cual se escogió 75 ladrillos en total. Estos resultados permitirán proponer un valor de la resistencia a la compresión de muros f_m (con fines de diseño), usando la resistencia a la compresión del ladrillo macizo de arcilla cocida. Se concluye que las unidades ensayadas a compresión y flexión no alcanzan el valor mínimo especificado en la Norma E.070 vigente, siendo el promedio de las ladrilleras para el ensayo a compresión de 39.81 kg/cm^2 y a tracción según Bonett de 4.37 kg/cm^2 y los resultados de los otros ensayos no tienen clasificación.

Palabras clave: albañilería, ladrillos King-Kong, propiedades físico-mecánicas, resistencia en ladrillos.

ABSTRACT

Present investigation evaluates the physical mechanical properties of the King Kong bricks manufactured craftly at Tall Fila's sector. Investigation was accomplished to Abril in Enero's months of the 2013, applying to the essays of mechanical resistance compression and to the flexion, under the standard E-070 determining his maximum moral values and minimums, and the probability of fault of the King Kong fastened brick to the mechanical resistance. Additionally, the dimensional variation was calculated, I warp, absorption, specific weight, suction with proofs standardized for bricks produced in Peru.

This methodology was applied 5 brickmakers of whom 75 bricks were chosen in total. These results will allow to f to propose a value of the compression strength of walls 'm (with designing intentions), using the compression strength of the solid cooked- clay brick. One comes to an end than the units tested to compression and flexion do not attain the minimal value specified in the Norma E.070 in use, being the average of the brickmakers for the essay to compression of 39,81 kg/cm² and to traction according to Bonett of 4,37 kg/cm² and the results of the other essays do not have classification.

Key words: Building with bricks, bricks King Kong, physical mechanical properties, resistance in bricks.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Los ladrillos King-Kong producidos artesanalmente se utilizan en la construcción de obras civiles principalmente en edificios y viviendas, por los bajos costos del material, su propiedad de aislamiento térmico y su disponibilidad geográfica.

Durante su vida útil, estas construcciones están sujetas a la acción de cargas verticales y horizontales que pueden generar fisuras en unidades de albañilería y en muros. Si su calidad no es adecuada, pone en peligro a sus ocupantes, y estas fisuras influyen en un aumento de su vulnerabilidad, en especial por la acción sísmica (AIS, 2004).

En la provincia de Jaén, al igual que el resto del País, los muros de albañilería confinada son construidos con unidades fabricadas en la propia provincia que son elaboradas por medios tradicionales y de forma artesanal. A pesar de este uso masivo, no se tiene hasta la fecha ninguna información básica sobre las propiedades físico-mecánicas de estas unidades de albañilería y el comportamiento estructural de este sistema constructivo, lo que conduce en la mayoría de los casos a un diseño aproximado, o la incertidumbre de las soluciones adoptadas.

ALCANCES Y LIMITACIONES:

Ésta investigación describe los aspectos generales de las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King - Kong, producidos en el sector fila alta sin pretender ser exhaustivo, por cuestiones logísticas y de tiempo.

Así mismo el estudio está limitado a evaluar las propiedades químicas de las canteras y el ensayo de eflorescencia.

JUSTIFICACIÓN:

La presente investigación es importante y se justifica en vista que debido al auge de la construcción, la demanda del ladrillo está en incremento lo que ha generado la instalación de un conjunto de empresas ladrilleras, sin haber cumplido los requisitos mínimos para su funcionamiento, generando así la producción de ladrillos de mala calidad; entonces con este trabajo damos a conocer a la población jaenense, si los ladrillos artesanales producidos en las ladrilleras del sector de Fila Alta nos garantizan seguridad a nuestras viviendas. Así mismo, existe la necesidad de conocer las propiedades físico-mecánicas de este material que es utilizado cada vez en mayor proporción.

HIPÓTESIS:

Las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King-Kong producidos en el sector de Fila Alta no cumplen con la norma E-070 establecida por el RNE.

OBJETIVOS:

El objetivo general de este proyecto es evaluar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King – Kong producidos en el sector Fila Alta de la ciudad de Jaén.

Los objetivos específicos son:

- Determinar la variación dimensional de los ladrillos King-Kong.
- Determinar la absorción y succión de los ladrillos King-Kong.
- Determinar la resistencia de los ladrillos King-Kong.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes teóricos de la investigación

1.1.1 Internacionales:

Según Afanador (2012) determinó la resistencia a la fractura en ladrillos cerámicos macizos fabricados manualmente, aplicando los ensayos de resistencia mecánica a la compresión y a la flexión, bajo la norma técnica colombiana NTC-4017 determinando sus valores máximos y mínimos, y la probabilidad de falla del ladrillo cerámico sujeto a la resistencia mecánica.

Concluyendo así que: la resistencia nominal a la compresión de muros en ladrillo macizos de arcilla cocida tiene valores que oscilan entre 0.8 hasta 2.4 MPa y un valor promedio para el municipio de Ocaña de 1.44 MPa lo cual es bajo, si lo comparamos con la especificación de resistencia de 14 MPa para ladrillos macizos y su restricción de usar sólo el 80% de su resistencia, es decir, una resistencia a la compresión de la mampostería de 8.4 MPa, lo cual indica que en Ocaña, la resistencia de la mampostería a la compresión está entre el 9.5 al 28.6% del mínimo esperado.

Los ladrillos producidos en Ocaña, no cumplen las resistencias establecidas para Colombia; la TIA (tasa inicial de absorción) promedio es de 0.387 g/cm²/mín. Desde el año 1980, existe un esfuerzo sostenido por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), el Centro de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres de la Universidad Nacional de Ingeniería (CISMID-

UNI) y el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la vivienda con el propósito de evaluar las características de la albañilería en nuestro país.

En la región Junín, los ingenieros: Natividad Sánchez, Marcos Zapata y Hugo Granados, realizaron un estudio denominado "ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PRODUCIDAS EN HUANCAYO" (1992), allí concluyeron que las unidades clasificaban como tipo I, según los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, densidad.

Los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades f'c, cuyos resultados fueron 37.78Kg/cm² (Cajas) y 43.04kg/cm² (Palian), resultaron menores a lo especificado en la norma de albañilería ININVI 1982 vigente, para unidades del Tipo I, cuya resistencia mínima debe ser de 60 kg/cm². Por tanto, se determinó que en esta parte del país no se podía ni se cumplía las normas. Este estudio fue publicado en el IX CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL, Colegio de Ingenieros del Perú, Concejo Departamental de Ica-1992.

1.1.2 Nacional:

Según Aguirre (2004) determinó las características estructurales de la albañilería y sus componentes, con unidades fabricadas artesanalmente en las diferentes zonas de la región Junín. Primero se registró a los artesanos, se identificó las características principales de la materia prima, la oferta- demanda de las unidades en el mercado, el proceso de producción y se zonificó en cuatro grupos (Palian, Cajas, Saño y Jauja). Después se realizó los ensayos de laboratorio, con materiales de las cuatro zonas como se resume a continuación:

Ensayos de la unidad (variación dimensional, alabeo, compresión, absorción, densidad, succión y tracción por flexión). De los resultados obtenidos se concluye que las unidades ensayadas a compresión no alcanzan el valor mínimo especificado en la Norma E.070 vigente, siendo el promedio de las cuatro zonas de 39.4 kg/cm²; sin embargo, con los resultados de los otros ensayos, estas clasifican como tipo II y tipo III.

1.1.3 Local:

Según Fernández (2010), en su investigación describe la influencia del tipo de arcilla en las características técnicas del ladrillo en el Centro Poblado Menor Santa Bárbara, Cajamarca. Para ello se ha determinado la composición mineralógica cuantitativa de cada una de las muestras provenientes de seis fábricas de ladrillo de la zona en base a los datos obtenidos en el análisis químico. Asimismo se determinó sus características físicas y se realizó una descripción de las características geológicas de las mismas. Finalmente, se relacionó el tipo de mineral arcilloso con las características técnicas que los ladrillos fabricados con estas arcillas alcanzan en base a ensayos estipulados por el Reglamento Nacional de Edificaciones, a fin de conocer no solo la influencia sino también la aptitud de la materia prima utilizada.

Así concluye que los ladrillos de arcilla fabricados artesanalmente en el CPM Santa Bárbara clasifican indistintamente, para fines estructurales, desde los destinados a construcciones de servicio con exigencias mínimas (clase I), hasta construcciones de servicio de uso general (clase III).

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Historia del ladrillo en el Perú y el mundo

El ladrillo ya era conocido por las civilizaciones prehispánicas. En regiones secas, las culturas aborígenes construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. En la mayoría de las regiones la realización de muros en tierra cruda fue de menor costo que la del ladrillo, ya que el alto precio del combustible hacía que el uso de este material se reservara para las partes más expuestas al agua.

Tejas y ladrillos se producían y empleaban desde comienzos del siglo XVII, aunque fue a comienzos del siglo XVIII que los humildes poblados de chozas y bohíos van avanzando y de la casa insegura y polvorienta se pasó a la acera del ladrillo, el adobe le dio paso al ladrillo y de los techos de paja a la vistosa teja.

Con el paso del tiempo la medida de los ladrillos fue variando, durante los siglos XVII y XVIII eran grandes y pesados, por lo que debían manipularse con las dos manos. Durante el siglo XIX peso y tamaño fueron reduciéndose, esto permitió una mejor y más rápida colocación; al combinarse la manipulación del ladrillo con el uso de la cuchara de albañil, se transformó gradualmente en el material de uso más común, la tradición rioplatense hizo que no adquiriera ninguna cualidad estética como textura. Algunas arquitecturas primigenias fueron realizadas en ladrillo visto, siguiendo tradiciones regionales españolas, pero se fue extendiendo la modalidad de revestir los muros con revoques de diverso tipo, que después eran encalados. Las bóvedas y las cúpulas de ladrillos se hacen comunes en la arquitectura eclesiástica.

Debemos esperar a la segunda mitad del siglo XIX para que el ladrillo adquiriera

otras cualidades. En principio hay que señalar diversos cambios técnicos que modifican en parte, su modo de empleo. Con la aparición masiva de operarios europeos y el uso de hierro para realizar entresijos y techos, las dimensiones de los muros y tabiques cambiaron haciéndose más esbeltos. Pero solo en la Arquitectura Neogótica o de viviendas de colonias inglesas la tradición constructiva seguía realizándose con revoques en los muros. Tantas casas de la periferia, galpones y fábricas, con sus paredes prolijamente levantadas y las molduras preparadas para recibir la ornamentación, quedan hoy como testigos mudos de una operación que no llegó a realizarse y presentan a nuestros modernos ojos una cualidad estética que sus autores jamás imaginaron. Desde grandes edificios, como la catedral de La Plata, a la más modesta de Viedma o el Colegio Salesiano de esa ciudad, son muchos de los edificios que en nuestro país presentan esa particular condición.

Se puede citar que el surgimiento del ladrillo como material expresivo de la arquitectura puede constatarse a mediados de la década de 1870, por la aparición de tres variables estilísticas llamada Tradición funcional británica, el Historicismo y el Pintoresquismo. En el sentido estilístico el ladrillo formó parte importante en la constitución de lo rústico, edificaciones que se sucedieron a partir de la década de 1920 y que derivarían en el triunfo del Californiano y su variante local el estilo Mar del Plata.

En la década de 1950 nuevamente se genera un fuerte resurgimiento del ladrillo visto en la arquitectura suburbana, debido a una nueva modalidad, inspirada seguramente en Alto y Regionalismo de los países escandinavos.

Actualmente la arquitectura ladrillera debe responder a una profunda meditación técnica acerca del comportamiento de este material en los edificios de altura y con

respecto a las pequeñas construcciones es utilizado como ejemplo de durabilidad y rusticidad.

Lo que nos interesa destacar acá es que la riquísima tradición milenaria del uso del ladrillo, culta y popular al mismo tiempo, que indica que su utilización en la construcción tiene raíces sociales y culturales muy fuertes, las que difícilmente permitirán eliminar o sustituir al ladrillo como uno de los materiales constructivos principales, aun cuando existan fuertes razones ambientales para ello. La sustitución de la materia prima utilizada, al pasar a ser otra de menor compromiso ambiental, permitiría lograr una menor incidencia de la actividad de la construcción sobre la depredación del suelo. Pero esta sustitución implica problemas fundamentalmente culturales y económicos, que deben ser analizados en conjunto. Mientras tanto, la demanda de ladrillo tira de la oferta, es decir que según la alternativa pull-push (tire-empuje) de la microeconomía, es un caso donde predomina netamente el pull para determinar el mercado.

PERÚ

En el Perú muchas de las culturas Pre-Incas utilizaron diversas formas de albañilería. El adobe, la piedra, fueron utilizados como unidades de construcción y el barro se usó como mortero. Entre estas culturas tenemos:

Chavín, tuvo su máxima expresión en la construcción de templos adoratorios, en la costa usaron adobe y barro; en la sierra piedra y barro. Entre sus construcciones destaca el templo llamado El Castillo. Mochica, también usaron el adobe, sus construcciones eran de carácter religioso, entre sus expresiones más destacadas se tiene la Huaca del Sol con 18m. de altura y la Huaca de la

1.2.2 Proceso de producción del ladrillo artesanal:

Derivado de componentes naturales y producidos de manera prefabricada (con un bajo nivel de industrialización en su proceso de producción), este material reúne diferentes características que hacen que su utilización no sea reemplazable, por ahora, debido, entre otras bondades, a dos fuertes componentes: el costo-beneficio desde el enfoque económico, y el componente histórico-cultural de identidad. Evidentemente, el origen de los problemas que actualmente presenta el sector productivo ladrillero, tiene su raíz en la repetición durante décadas de las mismas técnicas de fabricación, combinado con la mínima introducción de nuevos conocimientos tecnológicos y el desinterés de las autoridades en el desarrollo social de ésta anegada parte de nuestra población.

1.2.2.1 Proceso de Fabricación de ladrillos hechos a mano y cocción a leña

Preparación del fango: Se mezclan las materias primas: tierra y aserrín por medio de un tractor, (en algunas provincias se utilizan la rueda o el caballo y en el caso de Tucumán, los pies) con el agregado de agua hasta formar un fango homogéneo.

1.2.2.2 Moldeado de los adobes (ladrillos sin cocción):

Luego de que el fango está listo, los operarios lo buscan en carretillas y lo trasladan a las canchas de tierra para ser moldeados los adobes. Con sus manos llenan los moldes que les darán forma según los diferentes tipos y tamaños de ladrillos.

Luna con menores dimensiones; ambas ubicadas en el Valle Moche cerca a Trujillo.

Chimú, destaca en construcciones de adobe, entre ellas figura la Fortaleza de Chan Chan.

Tiahuanaco, entre las principales expresiones que aún quedan en pie se tiene: Fortaleza Calasasaya, Acapana, de 15 m. de altura y el conjunto Pamukunko . Huari, empleó tanto la piedra como el adobe y la más grande expresión arquitectónica es la ciudad de Pachacamac (Figura 2).



Figura 1.1 Tiahuanaco: Chulpas, construcción de barro y piedra.



Figura 1.2 La Mamacona o Templo de Pachacamac

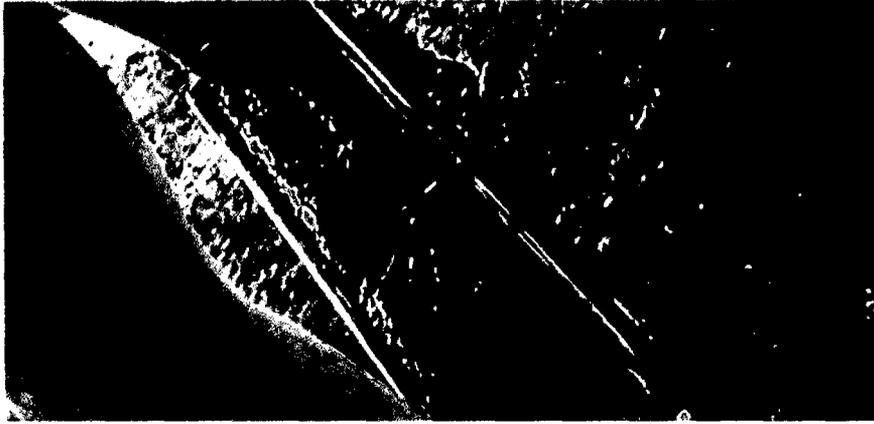


Figura 1.3: Colocación del material a los moldes

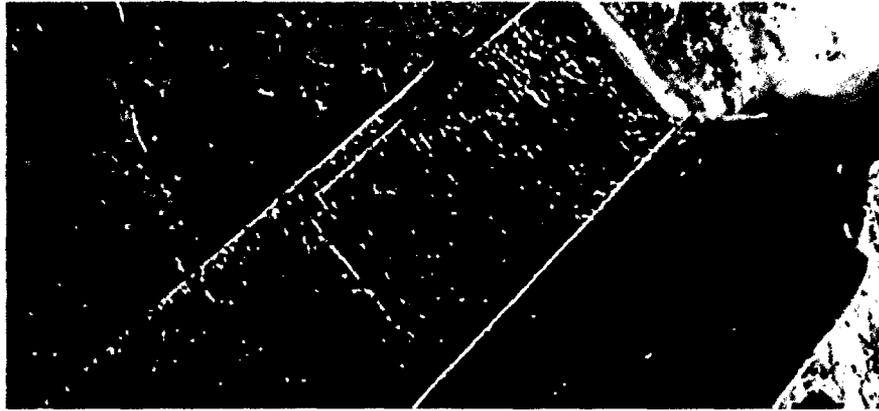


Figura 1.4: Moldeado de la unidad

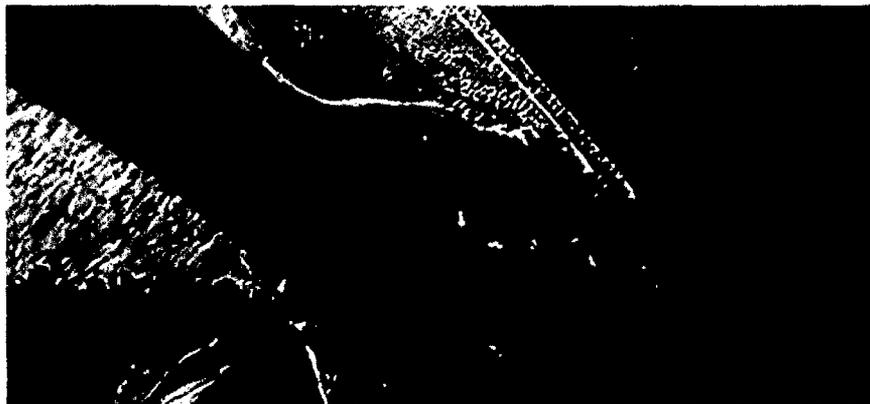


Figura 1.5: Muestras para ser secadas

1.2.2.3 Secado de lo adobes: Se debe esperar hasta que los adobes se puedan manipular y es ahí cuando se los colocan en tarimas para su posterior secado (esto depende de las condiciones climáticas, que aceleran o retrasan este proceso).

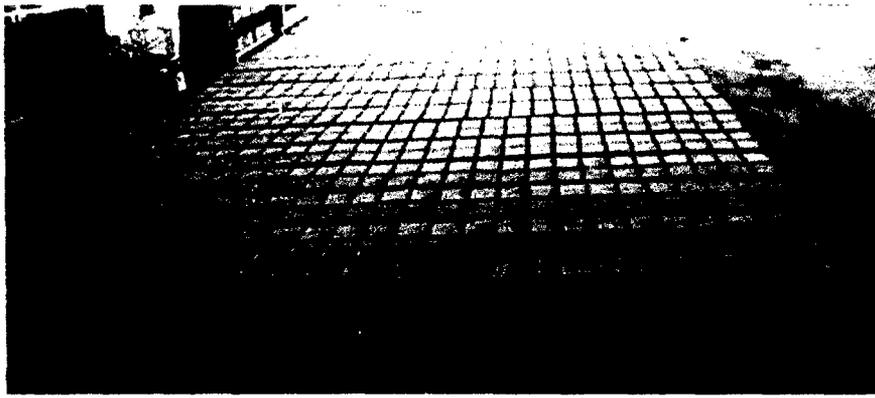


Figura 1.6: Secado de los adobes.

1.2.2.4 Preparación del Horno: Una vez que los adobes están completamente secos (sin contenido de humedad), se procede al armado del horno (apilado de los adobes para su cocción). El horno se comienza a levantar en terrenos llanos y firmes con los propios adobes hasta llegar a una altura de aproximadamente 4 mts. Lo primero que se arma son túneles en los cuales se coloca leña que es el combustible primario que va a dar las calorías necesarias para el encendido del carbón mineral.

El carbón mineral se agrega a cada fila de adobes en el armado del horno y es el que una vez encendido, hará las veces de combustible para que el fuego se eleve hasta cocinar todos los ladrillos.

1.2.2.5 Cocción de los ladrillos: Una vez terminado de armar el horno (adquiere forma de un trapecio), se debe esperar a que sople el viento para ser prendido.

Luego se alimentan los túneles con leña durante 12 horas, tiempo en el cual enciende el carbón mineral que se encuentra en las primeras filas de adobes.

Por último se tapan los túneles, y el proceso continúa por sí solo, dura aproximadamente 7 días hasta que el fuego alcanza la parte superior del horno y es ahí cuando se terminan de cocinar los ladrillos.

1.2.2.6 Preparación para la entrega: Se comienza con el desarmado del horno palletizando y el orden de los ladrillos según su tipo y calidad.



Figura 1.7: Preparación del ladrillo para la entrega

1.2.3 La industria ladrillera en el Perú.

Rosales (2010) precisa que el precio bajo es un indicio de la baja calidad del ladrillo y de la inherente seguridad que debe brindar en las construcciones. La norma de Indecopi establece que la dureza y resistencia de los ladrillos debe ser de 130 kg/cm^2 (kilos/centímetro cuadrado), pero un muestreo de los productos informales ha dado como resultado que apenas llegan a un rango de resistencia de entre $75\text{-}85 \text{ kg/cm}^2$. Es decir, que ante un evento sísmico, estos ladrillos se resquebrajarían. El ejecutivo añade que por el contrario, la resistencia de los ladrillos formales está calculada en 200 kg/cm^2 .

La industria ladrillera formal tiene abiertos dos flancos de lucha; por un lado tiene que espabilarse para hacer frente a los nuevos sistemas constructivos que limitan el uso de sus productos y, por el otro, debe lidiar con que el 27% del mercado opere en la total informalidad. Cada año las empresas informales del sector producen 957.451 toneladas de ladrillos, lo que representa un movimiento

aproximado de S/.106 millones, monto del que no se descuentan el Impuesto General a las Ventas, a la renta o utilidades, tributos que sí aportan al fisco las empresas formales. Pero la evasión de impuestos y el subempleo no son las únicas características de la informalidad ladrillera, ya que esta también viene de la mano del incumplimiento de las normas ambientales y de calidad (Mendoza 2010).

1.2.4 Según La Norma ITINTEC 331.017 Octubre, 1978:

A.- Ladrillo

Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno.

A.1 Ladrillo macizo.- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección.

B.- Dimensiones y áreas

b.1 Dimensiones especificadas.- Son las dimensiones a las cuales debe conformarse el ladrillo de acuerdo a su designación.

b.2 Dimensiones.- Dimensiones reales que tiene el ladrillo.

b.3 Largo.- Es la mayor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

b.4 Ancho.- Es la menor dimensión de la superficie de asiento del ladrillo.

b.5 Alto.- Es la dimensión perpendicular a la superficie de asiento del ladrillo.

b.6 Área bruta.- Es el área total de la superficie de asiento, obtenida de multiplicar su largo por ancho.

b.7 Área neta.- Es el área bruta menos el área de los vacíos.

C.- Clasificación

El ladrillo se clasifica en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades (Ver Tabla 1 y Tabla 2-NTE-070).

Tipo I.- Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

Tipo II.- Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

Tipo III.- Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.

Tipo IV.- Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

Tipo V.- Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

D.- Condiciones Generales

El ladrillo Tipo III, Tipo IV, y Tipo V deberá satisfacer las siguientes condiciones generales. Para el ladrillo Tipo I y Tipo II estas condiciones se consideran como recomendaciones: El ladrillo no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.

El ladrillo estará bien cocido, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico. El ladrillo no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras o grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad y/o resistencia. El ladrillo no tendrá excesiva porosidad, ni tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

E.- Requisitos

a.- Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad (INTINTEC 331.018, 1978)

El ladrillo ensayado mediante los procedimientos descritos en la Norma ITINTEC 331.018, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1.- Requisitos obligatorios: Variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad.

TIPO	VARIACION DE LA DIMENSION (1) (máx. en %)			ALABEO (2) (máx. en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (mínima daN/cm ²)	DENSIDAD (mínimo en g/cm ³)			
	NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC 331.018								
	Hasta 10 cm	Hasta 15 cm	Más de 15 cm						
I Alternativamente	± 8	± 6	± 4	10	Sin limite	1,50			
					60	Sin limite			
II Alternativamente	± 7	± 6	± 4	8	Sin limite	1,60			
					70	1,55			
III	± 5	± 4	± 3	6	95	1,60			
IV	± 4	± 3	± 2	4	130	1,65			
V	± 3	± 2	± 1	2	180	1,70			

FUENTE: Norma ITINTEC 331.017 Octubre, 1978

Nota 1.- La variación de la dimensión se aplica para todas y cada una de las dimensiones del ladrillo y está referida a las dimensiones especificadas.

Nota 2.- El alabeo se aplica para concavidad o convexidad.

b.- Absorción y coeficiente de saturación.-

El ladrillo ensayado mediante el procedimiento descrito en la Norma ITINTEC 331.018 Elementos de Arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo, deberá cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 2.

Tabla 2.- Requisitos complementarios: Absorción y coeficiente de saturación.

TIPO	ABSORCION (máx. en %)	COEFICIENTE DE SATURACION (máximo) (2)
I	Sin Límite	Sin Límite
II	Sin Límite	Sin Límite
III	25	0,90
IV	22	0,88
V	22	0,88

FUENTE: Norma ITINTEC 331.017 Octubre, 1978

Nota 1.- El ensayo de absorción máxima sólo es exigible cuando el ladrillo estará en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.

Nota 2.- El ensayo de coeficiente de saturación sólo es exigible para condición de intemperismo severo.

c.- Durabilidad.- La tabla 3 se observa el tipo de ladrillo a emplearse según la condición de uso y la condición de intemperismo a que se encontrará sometida la construcción de albañilería.

Tabla 3.- Tipo de ladrillo en función de condiciones de uso e intemperismo.

CONDICION DE USO	CONDICION DE INTEMPERISMO		
	BAJO	MODERADO	SEVERO
Para superficies que no están en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Cualquier Tipo	Tipos II, III, IV y V.	Tipos IV y V.
Para superficies en contacto directo con lluvia intensa, terreno o agua.	Tipos III, IV y V.	Tipos IV y V.	Ningún tipo.

FUENTE: Norma ITINTEC 331.017 Octubre, 1978

Nota 1.- La condición de intemperismo está asociada al índice de degradación. Este tiene un valor de 99 para las regiones de degradación baja, de 100 a 499 para las regiones de degradación moderada y de 500 o más para las regiones de degradación severa.

1.3.- Definición de términos básicos

1.3.1 Geometría: Variación De Dimensiones o Alabeo.

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen diferencias de largo, de ancho y alto, así como deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas.

1.3.2 Resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión de la albañilería (f'_{cb}) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo (f'_{cb}), la perfección geométrica del ladrillo.

1.3.3 Densidad.

A partir de ensayos realizados se ha establecido que existe una relación estrecha entre la densidad del ladrillo y sus otras propiedades. Consecuentemente, se ha decidido emplear en la Norma el valor de la densidad como un criterio que permite de una manera simple, mediante ensayos fáciles de efectuar prácticamente en cualquier lugar, evaluar la calidad de ladrillo con que se cuenta.

1.3.4 Módulo de ruptura.

El módulo de ruptura es una medida aproximada de la resistencia a la tracción del ladrillo. Esta propiedad no ha sido considerada como requisito para la clasificación del ladrillo en virtud de haberse establecido que su valor está relacionado con la resistencia a la compresión y en razón de que la información cuantitativa que ella proporciona acerca de la albañilería no puede establecerse. Sin embargo, se recomienda la medición del módulo de ruptura cuando se trata de ladrillos tipo IV y tipo V ya que permitirá una mejor selección del ladrillo que se propone emplear.

A manera de referencia se indica a continuación el valor mínimo aproximado obtenible para cada tipo de ladrillo:

Tabla 04.- Módulo de Ruptura para cada tipo de ladrillo

TIPO	MODULO DE RUPTURA (daN/cm ²)
I	6
II	7
III	8
IV	9
V	10

FUENTE: Norma ITINTEC 331.017 Octubre, 1978

1.3.5 Absorción Máxima.

La absorción máxima del ladrillo es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en la Norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector. Tal es el caso de cisternas, jardineras y albañilería de ladrillo visto en zonas muy lluviosas.

1.3.6 Coeficiente de Saturación.

El coeficiente de saturación es considerado como una medida de la durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie.

El coeficiente de saturación es la relación que existe entre la absorción del ladrillo (cuando se le sumerge en agua un número de horas determinado) y la absorción máxima de ladrillo (medida luego de 5 horas de ebullición). A mayor coeficiente de saturación, mayor será la cantidad de agua que absorbe rápidamente el ladrillo y consecuentemente inferior su resistencia a la intemperie. Así un ladrillo con un coeficiente de saturación menor de 0,8 es poco absorbente y es utilizable para cualquier clima o condición de intemperismo, y un ladrillo con un coeficiente de saturación de 1 es muy absorbente y sólo es utilizable cuando se protege de la intemperie mediante recubrimiento adecuado.

1.3.7 Índice de degradación.

El efecto de la exposición a la intemperie en los ladrillos tiene que ver con el "índice de degradación" que equivale al producto de la cifra del promedio anual de días de ciclo de congelamiento y el promedio anual de precipitación invernal (en pulgadas), definidos de la siguiente forma:

Un día de ciclo de congelamiento es cualquier día en el cual la temperatura del aire pasa por encima o por debajo de 0°C.

El número promedio de días de ciclo de congelamiento en un año puede ser considerado como igual a la diferencia entre el número medio de días durante los cuales la temperatura máxima fue de 0°C o menos.

1.3.8 Succión.

Está demostrado que con ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra, usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua.

Se considera que para succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm² es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso. Esta propiedad no está normada como requisito ya que todo el ladrillo investigado excede el límite; sin embargo se incluye la prueba de succión para aquellos ladrillos de arcilla que eventualmente puedan no requerir el tratamiento de saturado con agua.

1.4 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES BÁSICAS:

1.4.1 Ensayo de variación dimensional

Las dimensiones Largo x Ancho x Altura se tomaron como el promedio de 4 medidas (en milímetros) hechas en la parte intermedia de las superficies correspondientes, como se muestra en la Figura 8 para la altura h.

Según San Bartolomé A., 2001, la variación dimensional (en porcentaje) de cada arista de la unidad de albañilería se obtendrá como el cociente entre la desviación estándar y el valor promedio de la muestra, multiplicado por 100 (coeficiente de variación), como se muestra en la ecuación 1. Este tipo de ensayo se efectuó en una muestra representativa de 10 unidades en cada una de las ladrilleras seleccionadas.

$$V(\%) = \frac{\sigma}{x} \times 100 \quad (1)$$

Dónde:

σ = desviación estándar.

x = dimensión promedio.

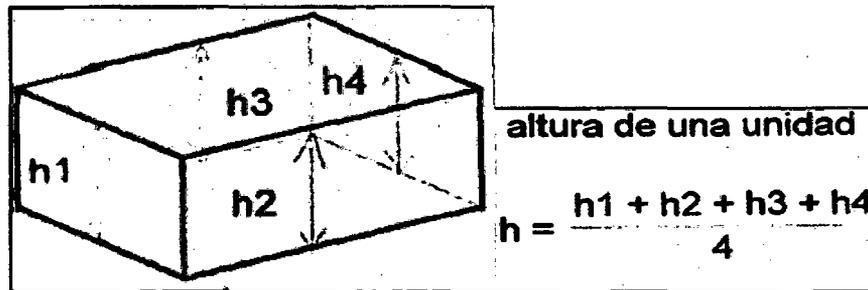


Figura 1.8. Determinación de la altura de la unidad.

1.4.2 Alabeo

La concavidad y convexidad se medirán con una regla y una cuña graduada como lo estipula la Norma 331.018 de ITINTEC. Para este ensayo se analizó una muestra representativa de 10 unidades de cada ladrillera. Según el proyecto de norma E.070, el alabeo de la unidad de albañilería será tomado como el valor promedio.

1.4.3 La resistencia a la compresión (f'_{cb})

Se usa como control de calidad en la elaboración (dosificación de los materiales, temperatura y tiempo de horneado), para conocer la calidad de los materiales utilizados en la fabricación de ladrillo y para encontrar la resistencia a la compresión de la albañilería f'_{cb} , a partir de fórmulas que relacionan las propiedades de la unidad y los morteros.

El ensayo de resistencia a la compresión, consistió en llevar la pieza de ladrillo a la falla y registrar la carga de rotura en el área de contacto, para determinar el esfuerzo de compresión máximo mediante la ecuación 2.

$$f'_{cb} = \frac{Pu}{A} \quad (2)$$

Dónde:

f'_{cb} = resistencia a la compresión de ladrillo Pa x 10 (Kgf/cm)

W = carga máxima (de rotura) en N (Kgf)

A = promedio área brutas de las superficies superior e inferior del espécimen en cm^2 .

Así mismo, para determinar el módulo de elasticidad de la unidad E_b se hará uso de la ecuación N° 3, según Sahlin (1971), ello con el afán de comparar posteriormente con el módulo de elasticidad de la albañilería.

$$E_b = 300 \cdot f'_{cb} \quad (3)$$

1.4.4 Ensayo de tracción por flexión (ftb)

Constituye una medida de la calidad de la unidad. Su evaluación debería realizarse cuando se tenga un alto alabeo que pueda conducir a la unidad a una falla de tracción por flexión. El ensayo consiste en someter a la unidad a la acción de una carga concentrada creciente (en el centro de la unidad), a una velocidad de desplazamiento entre los cabezales de la máquina de ensayos de 1.25 mm/min ; luego se calcula ftb utilizando la ecuación N° 4.

$$f = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (4)$$

Dónde:

P = Es la carga máxima aplicada al espécimen.

L = Longitud de los apoyos.

b = ancho de la unidad.

h = altura de la unidad.

1.4.5 Peso específico y humedad natural:

Para determinar el peso específico se aplica la ecuación N° 5

$$\gamma = \frac{P_{seco}}{V} \quad (5)$$

Además:

$$V = P_1 - P_2$$

Dónde:

P1 = peso del espécimen saturado (3 horas en ebullición), (gr).

P2 = peso del espécimen saturado sumergido, en gramos. P seco = peso del espécimen seco, (gr).

V = volumen (cc).

γ = peso específico (gr/cc).

La humedad natural, se calcula con la ecuación 6.

$$H\% = \frac{P_0 - P_1}{P_1} \quad (6)$$

Dónde:

P0 = peso en estado natural, en gramos.

P1 = peso del espécimen seco, en gramos, después de haber sido secado en el horno. Los valores finales considerados, son los promedios de 5 ensayos realizados de cada ladrillera.

Succión:

La succión excesiva producirá uniones entre mortero y ladrillo inadecuadas. El mortero, debido a la rápida pérdida de partes de agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece, no logrando un contacto completo con la cara del ladrillo superior. El resultado es que se tendrá un muro con una adhesión pobre e incompleta de sus unidades, dejando uniones de baja resistencia.

La succión es expresada por la ecuación 7.

$$Succión (gr/200-cm^2 - \text{min}) = \frac{(200.Pm - Ps)}{A} \quad (7)$$

Dónde:

A: Área de contacto (cm²).

Ps = peso seco de la muestra (gr).

Pm = peso de la muestra húmeda, después de la succión

Ensayo de absorción:

La tasa inicial de absorción y la absorción de agua. La tasa inicial de absorción (TIA), dada en g/cm²/min, mide la cantidad de agua que absorbe el ladrillo en un minuto, pues los poros de los ladrillos funcionan como capilares en presencia de agua. Cuando se coloca el mortero de pega o de relleno de las unidades, succiona parte del agua del mortero, que afecta su adherencia y la consistencia del mortero. Una adherencia deficiente afecta la resistencia de la mampostería, la durabilidad y penetración de agua. El ensayo consistió en determinar la masa seca y la masa final del ensayo, registrando la TIA que se calculó con la ecuación.

$$T.I.A. = \frac{Masa_{final} - Masa_{seca}}{Area_{contacto\ con\ el\ agua}} \quad (8)$$

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación de la Investigación:

El área de estudio fue el sector Fila Alta, con coordenadas geográficas X=745178.38 y Y= 9364999.41 (ver anexos). La extensión aproximada del área urbana es de 40.5 Km². En el sector Fila Alta, existen aproximadamente 50 ladrilleras en producción de 500,000 ladrillos/mes, los cuales emplean procesos manuales rudimentarios en las diferentes etapas para la fabricación de estas piezas de albañilería. El estudio abarcó cinco ladrilleras de las existentes del sector, en las cuales se tomaron 15 unidades por ladrillera. Se utilizaron 75 unidades para realizar los ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, ensayo de variación dimensional, alabeo, peso específico y humedad natural, succión, ensayo de absorción.

Realizado la localización y zonificación de las ladrilleras, se procedió a registrarse a cada una de ellas con un código catastral, identificando a cada una por la letra inicial del propietario de la ladrillera, seguido por el número de muestra; por ejemplo ladrillera del Sr. Edilbrando Aguilar, muestra N° 01 sería EA-01, que de hoy en adelante las reconoceremos por ésta simbología.

Tabla 5: Ladrilleras seleccionadas.

COD. CAT.	LADRILLERA	PROPIETARIO	UBICACIÓN	N° HORNO	CAPACIDAD	FRECUENCIA	
				POR/L	MIL	QUEMADO	
						MES	MES
EA	AGUILAR	EDILBRANDO AGUILAR	FILA-ALTA	1	20	1.5	13.333
MLL	LLANOS	MODESTO LLANOS	FILA-ALTA	1	20	2	10
UL	LOZANO	UBER LOZANO	FILA-ALTA	1	18	1.5	12
MA	ARÉVALO	MARCOS ARÉVALO	FILA-ALTA	1	20	2	10
CG	GONZÁLES	CLARIZA GONZÁLES	FILA-ALTA	1	22	1.5	14.667

Tabla 6: Identificación de muestras

LADRILLERAS	LOCALIDADES COMPRENDIDAS	DENOMINACIÓN DE LAS MUESTRAS	SIGNIFICADO
EDILBRANDO AGUILAR	FILA ALTA	EA-n	EDILBRANDO AGUILAR - MUESTRA n
MODESTO LLANOS		MLL-n	MODESTO LLANOS - MUESTRA n
UBER LOZANO		UL-n	UBER LOZANO- MUESTRA n
MARCOS ARÉVALO		MA-n	MARCOS ARÉVALO- MUESTRA n
CLARIZA GONZÁLES		CG-n	CLARIZA GONZÁLES - MUESTRA n

2.2 MATERIALES:

Setenta y cinco ladrillos, computadora, software: Microsoft office Excel, Microsoft office Word, AutoCAD versión 2011, Cámara digital, GPS.

2.3 METODOLOGÍA:

Fase de campo: Se seleccionó las cinco ladrilleras a estudiar, a la vez se procedió a la compra de los ladrillos.

Fase de laboratorio: El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), estipula los ensayos que deben realizarse a los ladrillos de arcilla para que sean utilizados como material en la construcción de edificaciones. En base a estas consideraciones, los ensayos realizados fueron:

- Absorción, alabeo, variación dimensional, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión por tracción.

Fase de Gabinete: Con los resultados de los ensayos de las propiedades físico-mecánicas del ladrillo King-Kong se procedió a determinar los valores promedios de los mismos, teniendo en cuenta un tratamiento estadístico previo. Estos resultados sirvieron para clasificar el ladrillo estudiado de acuerdo a la norma E-070 del RNE.

En éste trabajo se propone una metodología simple no probabilístico para evaluar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King-kong.

La metodología fue aplicada a 5 ladrilleras del sector Fila Alta, ya que no se pudo obtener permiso por parte de los propietarios de otras ladrilleras para abarcar más número de ladrilleras.

La metodología utilizada para determinar las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos fue tomada de la norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Métodos para muestreo y ensayos de unidades de albañilería y otros productos de arcilla (NTP-2005), en donde se expone, los procedimientos de selección y preparación de la muestra.

2.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN:

En el presente estudio se realizó una investigación experimental-descriptiva, ya que se hizo uso de un laboratorio particular y el laboratorio de la UNC-Jaén para luego describir los resultados, se reconocerá las características físico-mecánicas de los ladrillos King-Kong del sector Fila Alta de la ciudad de Jaén.

La investigación se centró en describir y comparar los resultados que obtengamos del laboratorio con la norma E-070 establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones con la realidad que se obtuvo en el ámbito de estudio, la

metodología empleada para la realización del presente estudio será la utilización exclusivamente de laboratorio sacando las respectivas muestras para su posterior estudio, igualmente para la extracción de las muestras de las ladrilleras se obtendrá previamente la autorización de los empresarios.

2.5 MUESTREO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA (Ladrillos)

Lote: Es el conjunto de ladrillos de la misma forma y tamaño fabricados en condiciones similares de producción.

Muestra: Es el grupo de ladrillos extraídos al azar del lote para efectos de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de ese lote.

Espécimen: Es cada una de las unidades en donde se aplicará cada ensayo especificado en la Norma.

2.6 Dosificación y procedimientos de la realización de los ensayos:

La dosificación de los materiales empleados en campo son las determinadas por los fabricantes de las unidades de la siguiente forma:

Tabla 07: Dosificación de materiales empleados

LADRILLER A	CANTIDAD (und)	PROPORCIONES					
		ARCILLA	ARCILLA ARENOSA	SUELO ARENOSO	CASCARA DE ARROZ	CENIZA	AGUA
N° 01	1000	14 carretillas	—	9 carretillas	—	1.5 carretillas	tanteo
N° 02	1,000	tanteo	—	—	1.5 sacos	3 sacos	tanteo
N° 03	1,000	27 carretilla-	—	—	1 sacos	3 sacos	tanteo
N° 04	1,000	30 carretillas	—	—	2 sacos	6 sacos	tanteo
N° 05	1,000	23 carretilla-	—	—	3 sacos	6 sacos	tanteo

Fuente: Elaboración por encuesta.

2.6.1 La resistencia a la compresión de ladrillo de arcilla, f'_{cu} , se usa como control de calidad en la elaboración (dosificación de los materiales, temperatura y tiempo de horneado), para conocer la calidad de los materiales y su materia prima utilizados en la fabricación de ladrillo y para encontrar la resistencia a la compresión de la albañilería f'_m , a partir de fórmulas que relacionan las propiedades de la unidad y los morteros.

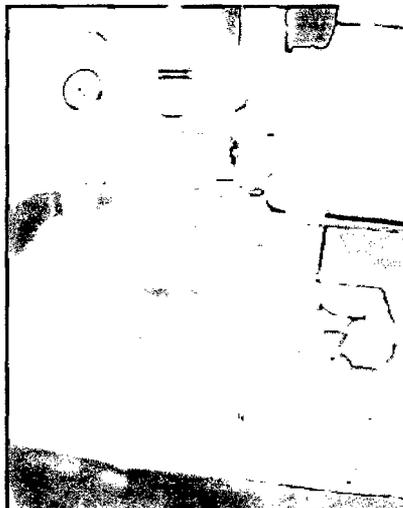


Figura 2.1. Ensayo de resistencia a la compresión en ladrillos
(Laboratorio de suelos UNC-JAEN)

El ensayo de resistencia a la compresión, consistió en llevar la pieza de ladrillo a la falla y registrar la carga de rotura en el área de contacto, para determinar el esfuerzo de compresión máximo mediante la ecuación 2.

2.6.2 El módulo de rotura (ensayo de flexión) es una propiedad importante como criterio de durabilidad y para entender el mecanismo de falla de la albañilería cuando se solicitan esfuerzos de compresión y flexión, casos muy comunes en la albañilería. El ladrillo fue sometido a una carga puntual en el centro de la pieza con una velocidad de carga inferior a 1.3 mm/mín.

Registrando la carga de falla y reemplazando en la expresión (4), se obtiene el módulo de rotura (MR).



Figura 2.2 Ensayo de flexión en ladrillos
(Laboratorio de suelo "MAGMA")

Entre las propiedades físicas que se estudiaron en los ladrillos se encuentran, **ensayo de variación dimensional**, las dimensiones Largo x Ancho x Altura se tomaron como el promedio de 4 medidas (en milímetros) hechas en la parte intermedia de las superficies correspondientes.

2.6.3 Alabeo:

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas. La concavidad y convexidad se medirán con una regla y una cuña graduada como lo estipula la Norma 331.018 de ITINTEC.

2.6.4 Succión:

La succión excesiva producirá uniones entre mortero y ladrillo inadecuadas. El mortero, debido a la rápida pérdida de partes de agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece, no logrando un contacto completo con la cara del ladrillo superior. El resultado es que se tendrá un muro con una adhesión pobre e incompleta de sus unidades, dejando uniones de baja resistencia.

2.6.5 Ensayo de absorción:

La tasa inicial de absorción y la absorción de agua. La tasa inicial de absorción (TIA), dada en $\text{g/cm}^2/\text{min}$, mide la cantidad de agua que absorbe el ladrillo en un minuto, pues los poros de los ladrillos funcionan como capilares en presencia de agua. Cuando se coloca el mortero de pega o de relleno de las unidades, succiona parte del agua del mortero, que afecta su adherencia y la consistencia del mortero. Una adherencia deficiente afecta la resistencia de la mampostería, la durabilidad y penetración de agua. El ensayo consistió en determinar la masa seca y la masa final del ensayo, registrando la TIA que se calculó con la ecuación.

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.- Ensayo de variación dimensional:

Este ensayo se realizó con la ecuación (1), a continuación se muestra los resultados de las cinco ladrilleras, y al final se hace un cuadro resumen comparando con la norma E-070.

Tabla 8: Variación dimensional del largo de la unidad -Fila Alta.

Especimen		Largo(mm)					Resultados de		
Nº	L1-EA	L2-MLL	L3-UL	L4-MA	L5-CG	Lprom.	δ	V(%)	
M-1	223	223	221	224	229	224	3	1.3392857	
M-2	230	224	223	224	226	225.4	2.792848009	1.239063	
M-3	223	223	220	226	227	223.8	2.774887385	1.2398961	
M-4	229	225	223	224	226	225.4	2.302172887	1.0213722	
M-5	224	225	228	227	228	226.4	1.816590212	0.8023808	
M-6	226	222	221	228	230	225.4	3.847076812	1.7087776	
M-7	226	222	222	230	228	225.6	3.577708764	1.5858638	
M-8	225	230	219	225	226	225	3.937003937	1.7497795	
M-9	230	220	220	228	227	225	4.69041576	2.0846292	
M-10	230	222	220	225	226	224.6	3.847076812	1.712857	
Promedio	226.6	223.6	221.7	226.1	227.3	225.06			
$\delta=$	2.9135698	2.71621	2.58414	2.078995484	1.418136492	0.772010363			
$V=$	1.2857766	1.21476	1.1656	0.919502647	0.623905188	0.343024244			

Tabla 9: Variación dimensional del ancho de la unidad - Fila Alta.

Especimen		Ancho(mm)					Resultados de unidad		
Nº	A1-EA	A2-MLL	A3-UL	A4-MA	A5-CG	Aprom.	δ	V(%)	
M-1	128	126	127	130	130	128.2	1.788854382	1.39536223	
M-2	134	129	124	128	129	128.8	3.563705936	2.76685243	
M-3	130	130	125	132	128	129	2.645751311	2.05097001	
M-4	132	128	125	129	130	128.8	2.588435821	2.00965514	
M-5	128	130	125	132	131	129.2	2.774887385	2.14774565	
M-6	127	127	129	133	132	129.6	2.792848009	2.15497532	
M-7	127	127	125	133	130	128.4	3.130495168	2.43808035	
M-8	126	128	126	130	130	128	2	1.5625	
M-9	135	129	125	130	130	129.8	3.563705936	2.74553616	
M-10	133	125	125	130	130	128.6	3.507135583	2.72716608	
Promedio	130	127.9	125.6	130.7	130	128.84			
$\delta=$	3.26599	1.66333	1.4298	1.7029	1.054092553	0.57965507			
$V=$	2.5123	1.30049	1.1384	1.3029	0.810840426	0.449903035			

Tabla 10: Variación dimensional de la altura de la unidad - Fila Alta.

Especimen	Altura(mm)					Resultados de unidad		
	Nº	H1-EA	H2-MLL	H3-UL	H4-MA	H5-CG	H prom.	δ
M-1	75	74	75	74	76	74.8	0.83666	1.118529447
M-2	68	70	76	75	77	73.2	3.9623226	5.41300895
M-3	74	72	74	76	76	74.4	1.6733201	2.249086093
M-4	75	74	78	76	78	76.2	1.7888544	2.347577929
M-5	67	77	77	74	75	74	4.1231056	5.571764359
M-6	74	75	75	74	75	74.6	0.5477226	0.734212544
M-7	74	75	76	73	77	75	1.5811388	2.108185107
M-8	74	77	76	75	75	75.4	1.1401754	1.512168999
M-9	73	79	78	78	76	76.8	2.3874673	3.108681351
M-10	74	75	77	76	75	75.4	1.1401754	1.512168999
Promedio	72.8	74.8	76.2	75.1	76	74.98		
δ=	2.8597	2.57337	1.31656	1.4491	1.054092553	1.043285		
V=	3.9281	3.44033	1.72777	1.9296	1.386963886	1.391418		

En la Tabla 11 resume los resultados de la variabilidad dimensional y se compara con la norma E.070. En esta tabla, se muestra que la unidad de UL tiene un ancho significativamente menor que las otras unidades, así comparando con la norma E-070 y con la tabla 1: Requisitos obligatorios para variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad, se concluye que ninguna ladrillera alcanza los límites mínimos para ser usados como en ladrillo estructural.

Tabla 11: Comparación de resultados de la variabilidad dimensional.

Ladrillera	Variabilidad dimensional						Clasificación de Norma
	L(mm)	L(%)	a(mm)	a(%)	h(mm)	h(%)	
Edilbrando Aguilar	227	1.29	130	2.51	72.8	3.93	NO CLASIFICA
Modesto Llanos	223.6	1.21	127.9	1.30	74.8	3.44	NO CLASIFICA
Über Lozano	221.7	1.17	125.6	1.14	76.2	1.73	NO CLASIFICA
Marcos Arévalo	226.1	0.92	130.7	1.30	75.1	1.93	NO CLASIFICA
Clariza Gonzales	227.3	0.62	130	0.81	76	1.39	NO CLASIFICA

Además por teoría el ensayo de variación dimensional determina el espesor de las juntas de la albañilería. Se debe mencionar que por cada incremento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales, adicionales al mínimo requerido de 10 mm, la resistencia a compresión y al corte de la albañilería disminuye en 15% aproximadamente [San Bartolomé, 1998]. Según la norma E.070, el espesor de las juntas horizontales debe ser 4mm más dos veces la desviación estándar de la altura de la unidad (Tabla 12).

Tabla 12: Espesores de junta horizontal, según norma E-070.

Zona	Desviación Estándar (mm)	Junta calculada = $4\text{mm} + 2 \cdot \sigma$ (mm)
Edilbrando Aguilar	2.86	9.72
Modesto Llanos	1.66	7.33
Uber Lozano	1.32	6.63
Marcos Arévalo	1.45	6.90
Clariza Gonzales	1.05	6.11

Por inspección de la Tabla 11 y 12; se deduce que, las unidades de las cinco ladrilleras estudiadas en el sector Fila Alta, no tendrán una reducción significativa de la resistencia, siempre y cuando se cumpla con el requerimiento mínimo de 10 mm de junta horizontal y como máximo de 15 mm [San Bartolomé, 1998].

3.2.- Alabeo

A continuación se muestra los resultados de las cinco ladrilleras, y al final se hace un cuadro resumen comparando con la norma E-070.

El resultado indica si la unidad es cóncava, convexa, u horizontal (Tabla 13).

Tabla 13: Alabeo de la unidad de albañilería

Especimen	Cara A		Cara B		Alabeo	
	1(mm)	2(mm)	1(mm)	2(mm)	1(mm)	2(mm)
M-1	CC-0.00	CV-1.00	CC-1.00	CC-1.00	1	1
M-2	CC-1.50	CC-2.00	CV-0.00	CV-1.00	2	1
M-3	CC-0.00	CC-0.00	CC-1.50	CC-1.50	0	1.5
M-4	CC-1.50	CC-2.00	CV-1.50	CV-1.75	2	1.75
M-5	CC-0.00	CC-1.00	CC-1.00	CC-1.50	1	1.5
M-6	CV-0.00	CC-0.00	CC-1.00	CC-0.00	0	1
M-7	CC-0.00	CC-0.00	CC-1.00	CC-1.50	0	1.5
M-8	CV-0.50	CV-0.00	CV-1.50	CV-1.00	0.5	1.5
M-9	CC-1.00	CC-2.00	CV-1.00	CC-0.00	2	1
M-10	CC-0.00	CC-0.00	CC-0.00	CV-1.50	0	1.5
				Promedio	0.85	1.33

Se muestra la Tabla 13 que resume los resultados de alabeo de la unidad de arcilla cocida de las 5 ladrilleras estudiadas y se compara con la norma E.070.

Así comparando con dicha norma y con la tabla 1: Requisitos obligatorios para variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad, se concluye que ninguna ladrillera alcanza los límites mínimos para ser usados como un ladrillo estructural.

La Norma INDECOPI 331.017 no incluye el alabeo como parámetro de clasificación.

Tabla 13: Comparación de alabeo de la unidad.

Propietario	Alabeo de la unidad		Clasificación
	Cara 1(mm)	Cara 2(mm)	
Edilbrando Aguilar	0.85	1.33	NO CLASIFICA
Modesto Llanos	0.7	1.53	NO CLASIFICA
Uber Lozano	1.15	2.05	NO CLASIFICA
Marcos Arévalo	1.75	2.13	NO CLASIFICA
Clariza Gonzales	0.95	1.21	NO CLASIFICA

Como se mencionó en la variación dimensional si las juntas de mortero son mayores de 15 mm, reducirán la resistencia de la albañilería, el alabeo también determina esta característica; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos como especie de cangrejas en las zonas más alabeadas; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad [San Bartolomé, 1998].

Por inspección de la Tabla 13, se puede interpretar, que las cinco ladrilleras productoras de unidades de arcilla calcinada, no tendrán este tipo de problema, porque el alabeo máximo obtenido de los ensayos es de 2.13 mm, menor a lo especificado en la norma, que indica 4 mm para el ladrillo tipo IV y 2 mm para el tipo V, pero comparando con la tabla (1): Requisitos obligatorios para variación de dimensiones, alabeo, resistencia a la compresión y densidad, se concluye que ninguna ladrillera alcanza los límites mínimos para ser usados como un ladrillo estructural.

3.3.-Ensayo de compresión de la unidad ($f'_b=f'_{cb}$)

Para realizar este ensayo se hizo uso de la Ecuación (3).

La resistencia característica se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

En las Tablas 15 - 19, se determina la resistencia a compresión (f'_{cb}) y así mismo, se determina el módulo de elasticidad de la unidad E_b (ecuación N° 3), según Sahlin (1971), ello con el afán de comparar posteriormente con el módulo de elasticidad de la albañilería.

En la Tabla 14, se muestra algunos valores de la resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería [Bonett, 2003].

Tabla 14: Resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería

Material	Intervalo de f'_{cb} (kg/cm ²)
Piedra	410 < f'_{cb} < 1000
Concreto macizo	150 < f'_{cb} < 250
Arcilla	50 < f'_{cb} < 200
Concreto ligero	40 < f'_{cb} < 60
Adobe	10 < f'_{cb} < 15

Fuente: (Bonnet 2003).

Tabla 15: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Edilbrando Aguilar.

Espécimen	Largo	Ancho	Área	P _{máx.}	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kN)	(kg/cm ²)	
EA-1	22	13	286	86.6	30.88	9263.02
EA-2	22.5	13.4	301.5	78.45	26.53	7960.2
EA-3	23	13	299	73.55	25.08	7525.1
EA-4	22.5	12.5	281.25	161.7	58.63	17588.07
EA-5	22.5	13	292.5	49.03	17.09	5127.87
				$\bar{\delta} =$	15.89	4766.01
				promedio	31.64	9492.85
				prom- $\bar{\delta}$	15.76	4726.84

Tabla 16: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Modesto Llanos.

Espécimen	Largo	Ancho	Área	P _{máx.}	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kN)	(kg/cm ²)	
MLL-1	22	13	286	131.3	46.81	14044.27
MLL-2	22.5	13	292.5	78.45	27.35	8205.13
MLL-3	22.5	12.5	281.25	107.87	39.11	11732.99
MLL-4	22.5	13	292.5	117.68	41.03	12307.71
MLL-5	23.5	13	305.5	112.78	37.64	11293.32
				$\bar{\delta} =$	7.09	2125.88
				promedio	38.39	11516.68
				prom- $\bar{\delta}$	31.3	9390.8

Tabla 17: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Uber Lozano.

Espécimen	Largo	Ancho	Área	Pmáx.	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kN)	(kg/cm ²)	
UL-1	21.7	13	282.1	92.9	33.58	10074.26
UL-2	22	12.5	275	102.97	38.18	11454.55
UL-3	22	12.5	275	112.78	41.82	12545.45
UL-4	22	13	286	98.07	34.97	10489.51
UL-5	22	12.5	275	102.97	38.18	11454.55
				$\delta=$	3.21	963.31
				promedio	37.35	11203.66
				prom- δ	34.13	10240.36

Tabla 18: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Marcos Arévalo.

Espécimen	Largo	Ancho	Área	Pmáx.	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kN)	(kg/cm ²)	
MA-1	22.5	13	292.5	161.7	56.37	16911.6
MA-2	23	13.5	310.5	122.58	40.26	12077.29
MA-3	22	13	286	117.68	41.96	12587.41
MA-4	22	12.5	275	117.68	43.64	13090.91
MA-5	23	13	299	132.39	45.15	13545.15
				$\delta=$	6.36	1908.13
				promedio	45.47	13642.47
				prom- δ	39.11	11734.34

Tabla 19: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Clarisa Gonzales.

Espécimen	Largo	Ancho	Área	Pmáx.	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(kN)	(kg/cm ²)	
CG-1	22.5	13	292.5	163	56.83	17047.56
CG-2	22.5	13	292.5	117.68	41.03	12307.69
CG-3	22.5	12.5	281.25	112.78	40.89	12266.67
CG-4	22.5	13	292.5	117.68	41.03	12307.69
CG-5	22.5	13	292.5	147.1	51.28	15384.62
				$\delta=$	7.42	2227.27
				promedio	46.21	13862.85
				prom- δ	38.79	11635.57

Se muestra la Tabla 20, donde se presenta el resumen de resistencia a la compresión de las unidades de arcilla cocida de las cinco ladrilleras estudiadas y se compara con la norma E.070, donde la resistencia mínima es de 50 kg/cm² para la unidad tipo I, también comparado con la norma de albañilería ININVI (1982) vigente, donde mínimo debió ser 60kg/cm². Cabe mencionar que en el Proyecto de Norma Técnica Peruana (PNTP) 331.017, la resistencia mínima a compresión debe ser de 100 kg/cm², donde se concluye que ninguna de las cinco ladrilleras clasifican según la norma para ser usado como un ladrillo estructural.

Tabla 20: Comparación de la resistencia a la compresión y del módulo de elasticidad según Sahlin, con la NTE E.070.

Zona	Resistencia a la compresión				Clasificación de Norma
	f'b(kg/cm ²)	f'b(MPa)	Eb(kg/cm ²)	Eb(MPa)	
Edilbrando Aguilar	31.64	3.10	9492.78	930.92	NO CLASIFICA
Modesto Llanos	38.39	3.76	11516.62	1129.39	NO CLASIFICA
Uber Lozano	37.35	3.66	11203.82	1098.72	NO CLASIFICA
Marcos Arévalo	45.47	4.46	13642.43	1337.86	NO CLASIFICA
Clariza Gonzales	46.21	4.53	13862.94	1359.49	NO CLASIFICA
Prom.	39.81	3.90	11943.72	1171.28	

Se muestra que ninguna unidad estudiada clasifica como unidad de albañilería normalizada. Además, esto indicaría que las unidades de las cinco ladrilleras del sector Fila Alta, tienen poca durabilidad y baja resistencia. Según la Tabla 14 (Bonnet, 2003], los valores de la resistencia a la compresión de la unidad están por debajo de los valores dados para un material de arcilla calcinada.

3.4.- Ensayo de tracción por flexión (ftb)

Este ensayo se realizó con la ecuación (1), a continuación se muestra los resultados de las cinco ladrilleras, y al final se hace un cuadro resumen comparando con la norma E-070.

Tabla 21: Resistencia a la tracción por flexión (ftb) – Edilbrando Aguilar

Espécimen	largo	Ancho	espesor	Lo	Carga	Ftb	ftb(Bonett)
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kN)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
EA-1	22	13	7	14	10.1	33.95	3.83
EA-2	22.5	13	7	14	9.5	31.94	3.55
EA-3	22	13	7	14	8.7	29.25	3.46
EA-4	23	13	7	14	9.7	32.61	5.28
EA-5	22.5	13	7	14	8.2	27.57	2.85
					Promedio	31.06	3.80
					δ=	2.60	0.91
					prom- δ	28.46	2.89

Tabla 22: Resistencia a la tracción por flexión (ftb) – Modesto Llanos

Espécimen	largo	Ancho	espesor	Lo	Carga	Ftb	ftb(Bonett)
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kN)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
MLL-1	22.5	13	7	13.5	6.9	22.37	4.72
MLL-2	22.5	13	7	13.5	7.5	24.31	3.61
MLL-3	22	13	7	13.5	6.5	21.07	4.32
MLL-4	23	13	7	13.5	8	25.93	4.42
MLL-5	22.5	13	7	13.5	8.2	26.58	4.23
					Promedio	24.05	4.26
					δ=	2.33	0.41
					prom- δ	21.72	3.85

Tabla 23: Resistencia a la tracción por flexión (ftb) – Uber Lozano

Espécimen	largo	Ancho	espesor	Lo	Carga	Ftb	ftb(Bonett)
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kN)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
UL-1	21.7	13	7	14	5.4	18.15	4.00
UL-2	22	13	7	14	6.2	20.84	4.26
UL-3	22.5	13	7	14	6.5	21.85	4.46
UL-4	23	13	7	14	5.7	19.16	4.08
UL-5	23	13	7	14	7.6	25.55	4.26
					Promedio	21.11	4.21
					δ=	2.87	0.18
					prom- δ	18.25	4.03

Tabla 24: Resistencia a la tracción por flexión (ftb) – Marcos Arévalo

Espécimen	largo	Ancho	espesor	Lo	Carga	Ftb	ftb(Bonett)
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kN)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
MA-1	22.5	13	7	12	9.7	27.95	5.18
MA-2	22.5	13	7	12	10.2	29.39	4.38
MA-3	22	13	7	12	9.5	27.37	4.47
MA-4	23	13	7	12	10.7	30.83	4.56
MA-5	22.5	13	7	12	9.5	27.37	4.64
Promedio						28.58	4.64
δ=						1.50	0.31
prom- δ						27.08	4.33

Tabla 25: Resistencia a la tracción por flexión (ftb) – Clariza Gonzales

Espécimen	largo	Ancho	espesor	Lo	Carga	Ftb	ftb(Bonett)
Nº	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kN)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
CG-1	22.5	13	7	13	8.2	25.60	5.20
CG-2	22.5	13	7	13	8.9	27.78	4.42
CG-3	22	13	7	13	9.5	29.66	4.41
CG-4	23	13	7	13	8	24.97	4.42
CG-5	22.5	13	7	13	9.2	28.72	4.94
Promedio						27.35	4.68
δ=						2.01	0.37
prom- δ						25.34	4.31

Según Bonett (2003), la resistencia a la tracción uniaxial de las unidades de mampostería ftb, se puede obtener en función de la resistencia a la compresión f'_{cb} .

No obstante, estas expresiones son bastante sensibles a la técnica de ensayo empleada. La ecuación N° 9, presenta una relación frecuentemente utilizada:

$$ftb = c\sqrt{f'_{cb}} \quad (9)$$

La constante c , toma valores de acuerdo al tipo de ensayo, a continuación, se muestra los valores recomendados [Bonett, 2003]:

$c = 0.28$, para un ensayo de tensión uniforme.

$c = 0.34$, para un ensayo de tensión indirecta.

$c = 0.69$, para un ensayo de flexión.

Los valores obtenidos en los ensayos son mayores que los obtenidos con la ecuación N° 9. Los valores tabulados según la ecuación 9 descrita por Bonett (2003), son más razonables, por la razón de que, cuando un prisma de albañilería es sometido a una carga de compresión la primera falla ocurre al rajarse verticalmente los ladrillos, como consecuencia de la tracción lateral. Pero, como se puede notar la resistencia en compresión de la unidad es relativamente baja, no pudiendo tener una resistencia en tracción alta. Esto también es corroborado por la Tabla 26 para valores mínimos, Norma ITINTEC 331.017 (1978).

Tabla 26: Valores mínimos de módulos de ruptura.

TIPO LADRILLO	MÓDULO DE RUPTURA(kg/cm ²)
I	6.12
II	7.14
III	8.16
IV	9.18
V	10.2

Fuente: Norma ITINTEC 331.017 (1978).

En la Tabla 27, se muestra la clasificación de acuerdo a la norma ITINTEC 331.017 (1978), con los resultados obtenidos en el laboratorio y con lo

calculado con la ecuación 9, descrita en el estudio hecho por Bonett (2003), llegando a la conclusión que según Bonett (2003), éstas unidades no clasifican.

Tabla 27: Clasificación y comparación de las unidades.

Ladrillera	Módulo de Ruptura		Clasificación Según resultados ensayos	Clasificación Según fórmula de ftb - Bonett
	Resultados según ensayos ftb (kg/cm ²)	Resultados según fórmula de ftb - Bonett (kg/cm ²)		
EA-1	28.46	3.88	Tipo V	NO CLASIFICA
MLL-2	21.72	4.28	Tipo V	NO CLASIFICA
UL-3	18.25	4.22	Tipo V	NO CLASIFICA
MA-4	27.08	4.65	Tipo V	NO CLASIFICA
CG-5	25.34	4.69	Tipo V	NO CLASIFICA
Promedio	24.17	4.34		

3.5.-Peso específico y humedad natural

Para determinar el peso específico se aplica la ecuación N° 5.

La humedad natural, se calcula con la ecuación N°6.

Los valores finales considerados, son los promedios de 5 ensayos realizados de cada ladrillera. Las Tablas 28 - 32 muestran los resultados en las dos últimas filas de densidad y humedad natural.

Tabla 28: Peso específico y humedad natural – Edilbrando Aguilar.

Especímen	Peso(gr)				Volumen (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)	Humedad Nat. (%)
	Nº	Natural	Seco	Sumerg. 3 h ebul.			
EA-1	3300.3	3281	2045.3	4272.7	2227.4	1.47	0.59
EA-2	3567.6	3540.9	2193.4	4477.2	2283.8	1.55	0.75
EA-3	3318.8	3299.6	2055.8	4325.2	2269.4	1.45	0.58
EA-4	3626.4	3601.6	2114.6	4488.2	2373.6	1.52	0.69
EA-5	3310.7	3278.5	2040.5	4261.8	2221.3	1.48	0.98
					Promedio	1.49	0.72

Tabla 29: Peso específico y humedad natural – Modesto Llanos.

Especímen	Peso(gr)				Volumen (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)	Humedad Nat. (%)
	Nº	Natural	Seco	Sumerg. 3 h ebull.			
MLL-1	3441.3	3437.7	2127.5	4252.3	2124.8	1.62	0.1
MLL-2	3480.5	3477	2154.5	4339.6	2185.1	1.59	0.1
MLL-3	3342.5	3338.1	2060.9	4180.3	2119.4	1.58	0.13
MLL-4	3479.3	3476.8	2155.7	4329.5	2173.8	1.6	0.07
MLL-5	3404.4	3401.8	2115	4266.9	2151.9	1.58	0.08
Promedio						1.59	0.1

Tabla 30: Peso específico y humedad natural – Uber Lozano.

Especímen	Peso(gr)				Volumen (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)	Humedad Nat. (%)
	Nº	Natural	Seco	Sumerg. 3 h ebull.			
UL-1	3400	3394.5	2099.1	4174.7	2075.6	1.64	0.16
UL-2	3387.7	3384.6	2090.2	4098.9	2008.7	1.68	0.09
UL-3	3439.4	3436	2120.3	4196.5	2076.2	1.65	0.1
UL-4	3370	3366.5	2060.4	3957.9	1897.5	1.77	0.1
UL-5	3349.6	3345.1	2065.1	4103.7	2038.6	1.64	0.13
Promedio						1.68	0.12

Tabla 31: Peso específico y humedad natural – Marcos Arévalo.

Especímen	Peso(gr)				Volumen (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)	Humedad Nat. (%)
	Nº	Natural	Seco	Sumerg. 3 h ebull.			
MA-1	3210.9	3200.3	1969.3	4258.7	2289.4	1.4	0.33
MA-2	3126.7	3122.6	1923.8	4197.5	2273.7	1.37	0.13
MA-3	3234.3	3228.9	1987.9	4230.2	2242.3	1.44	0.17
MA-4	3145.2	3142.7	1940.7	4217.5	2276.8	1.38	0.08
MA-5	3086.9	3082.9	1900.6	4136.6	2236	1.38	0.13
Promedio						1.39	0.17

Como se puede notar en la Tabla 32, el rango de valores se encuentra entre 1.4 gr/cm³ y 1.7 gr/cm³, rango en el que se encuentran la gran mayoría de unidades de arcilla cocida artesanal con escaso control de calidad (Gallegos, 1989).

Tabla 32: Valores resumen Peso específico y humedad natural.

Peso Específico y Humedad Natural		
<i>Propietario</i>	<i>D(gr/cm³)</i>	<i>Hn (%)</i>
Edilbrando Aguilar	1.49	0.72
Modesto Llanos	1.59	0.1
Uber Lozano	1.68	0.12
Marcos Arévalo	1.39	0.17
Prom.	1.54	

En la Tabla 32, se puede observar además, que los ladrillos de Edilbrando Aguilar tienen un valor alto de humedad natural, en comparación con las otras ladrilleras, concluyendo así que estos resultados obtenidos no ayudan a los ladrillos para poder clasificarlos según establece la norma.

3.6. Succión

El ensayo para fines de investigación se realiza con muestras secadas al horno, y para su evaluación se hace con muestras en estado natural. Debido a la importancia de sus resultados se ensayaron 10 unidades de cada ladrillera.

La succión es expresada por la ecuación 15.

Tabla 33: Resultados de Succión - Edilbrando Aguilar.

Especimen	largo	Ancho	Altura	Peso(gr)		Área de asiento (cm ²)	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200 cm ² /min)
				<i>Ps</i>	<i>Pm</i>			
<i>Nº</i>	(mm)	(mm)	(mm)					
EA-1	220	130	70	3399	3510.5	286.00	111.5	77.97
EA-2	225	130	70	3434.5	3508.9	292.50	74.4	50.87
EA-3	220	130	70	3521.2	3583.8	286.00	62.6	43.78
EA-4	230	130	70	3525.7	3590.2	299.00	64.5	43.14
EA-5	225	130	70	3556.3	3625.8	292.50	69.5	47.52
EA-6	220	130	70	3529.3	3596.3	286.00	67	46.85
EA-7	225	130	70	3448.9	3532.9	292.50	84	57.44
EA-8	230	130	70	3462.1	3562.7	299.00	100.6	67.29
EA-9	220	130	70	3571.4	3641.5	286.00	70.1	49.02
EA-10	230	130	70	3536.7	3594.1	299.00	57.4	38.39
							Promedio	52.23

Tabla 34: Resultados de Succión - Modesto Llanos.

Especimen	Largo	Ancho	Altura	Peso(gr)		Área de Asiento (cm ²)	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200 cm ² /min)	
				N°	(mm)				(mm)
MLL-1	225	130	70		3507.4	3586.6	292.50	79.2	54.15
MLL-2	225	130	70		3462.7	3642.3	292.50	179.6	122.80
MLL-3	220	130	70		3409.1	3536.5	286.00	127.4	89.09
MLL-4	230	130	70		3459.4	3575.7	299.00	116.3	77.79
MLL-5	225	130	70		3386.1	3482.7	292.50	96.6	66.05
MLL-6	225	130	70		3380.3	3481.7	292.50	101.4	69.33
MLL-7	220	130	70		3344.9	3496.7	286.00	151.8	106.15
MLL-8	230	130	70		3517.9	3612.9	299.00	95	63.55
MLL-9	220	130	70		3276.3	3378.3	286.00	102	71.33
MLL-10	225	130	70		3415.4	3532.7	292.50	117.3	80.21
								Promedio	80.05

Tabla 35: Resultados de Succión - Uber Lozano

Especimen	largo	Ancho	Altura	Peso(gr)		Área de Asiento (cm ²)	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200 cm ² /min)	
				N°	(mm)				(mm)
UL-1	217	130	70		3686.4	3833.6	282.10	147.2	104.36
UL-2	220	130	70		3492.5	3625.4	286.00	132.9	92.94
UL-3	225	130	70		3335.1	3503.2	292.50	168.1	114.94
UL-4	230	130	70		3018	3256.4	299.00	238.4	159.46
UL-5	230	130	70		2752.3	2911.4	299.00	159.1	106.42
UL-6	217	130	70		2940.3	3211.6	282.10	271.3	192.34
UL-7	220	130	70		3267.9	3415.8	286.00	147.9	103.43
UL-8	230	130	70		3263.2	3400.7	299.00	137.5	91.97
UL-9	225	130	70		3687.9	3779.5	292.50	91.6	62.63
UL-10	220	130	70		2993	3233.3	286.00	240.3	168.04
								Promedio	119.65

Tabla 36: Resultados de Succión - Marcos Arévalo.

Especimen	largo	Ancho	Altura	Peso(gr)		Área de Asiento (cm ²)	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200 cm ² /min)	
				N°	(mm)				(mm)
MA-1	225	130	70		3173.9	3270.6	292.50	96.7	66.12
MA-2	225	130	70		3154.9	3245.9	292.50	91	62.22
MA-3	220	130	70		3263.6	3351.5	286.00	87.9	61.47
MA-4	230	130	70		3133.4	3220.5	299.00	87.1	58.26
MA-5	225	130	70		3085.9	3189.7	292.50	103.8	70.97
MA-6	225	130	70		3218.1	3302.9	292.50	84.8	57.98
MA-7	218	130	70		3073.8	3165.7	283.40	91.9	64.86
MA-8	219	130	70		3158.4	3263.8	284.70	105.4	74.04
MA-9	225	130	70		3207.8	3310.1	292.50	102.3	69.95
MA-10	230	130	70		3238.9	3325.9	299.00	87	58.19
								Promedio	64.41

Especimen	largo	Ancho	Altura	Peso(gr)		Area de Asiento (cm ²)	Pm-Ps (gr)	Succión (gr/200 cm ² /min)
				Ps	Pm			
CG-1	225	130	70	3399	3510.5	292.50	111.5	76.24
CG-2	225	130	70	3434.5	3508.9	292.50	74.4	50.87
CG-3	220	130	70	3521.2	3583.8	286.00	62.6	43.78
CG-4	230	130	70	3507.4	3586.6	299.00	79.2	52.98
CG-5	225	130	70	3462.7	3642.3	292.50	179.6	122.80
CG-6	220	130	70	3409.1	3536.5	286.00	127.4	89.09
CG-7	220	130	70	3686.4	3833.6	286.00	147.2	102.94
CG-8	225	130	70	3492.5	3625.4	292.50	132.9	90.87
CG-9	230	130	70	3173.9	3270.6	299.00	96.7	64.68
CG-10	220	130	70	3154.9	3245.9	286.00	91	63.64
							Promedio	75.79

La succión más aceptable la tienen las unidades de la ladrillera de Edilbrando Aguilar, probablemente porque tiene una humedad natural alta (Tabla 33), pero en general, todas tienen valores de succión muy altos, con los cuales no clasifican según la norma ITINTEC, 1978. En la Tabla 38, se presenta el resumen de los resultados. Según Ángel San Bartolomé (1998), la succión debería tener un valor comprendido entre 10 y 20 gr/200cm²-min. Si aplicamos ese criterio, ninguna unidad está en este rango, por lo que las unidades deben ser tratadas antes de su asentado para reducir la succión.

Tabla 38: Resultados de clasificación de succión según norma [ITINTEC, 1978]

Succión		Clasificación de Norma
Propietario	Gr/200cm ² /min	
Edilbrando Aguilar	52.23	Tipo III
Modesto Llanos	80.05	NO CLASIFICA
Uber Lozano	119.65	NO CLASIFICA
Marcos Arévalo	64.41	Tipo I
Clariza Gonzales	75.79	Tipo I

Tabla 37: Resultados de Succión - Clariza Gonzales

3.7. Ensayos de absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación

Éste ensayo se realizará con la ecuación (8). En las Tablas 39 - 44, se muestran los resultados.

Tabla 39: Resultados de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación
– Edilbrando Aguilar.

Especimen	Peso(kg)				Absorc.	Abs. Máx.	Coef. Saturac.
	Nº	Natural	Seco	24h inm.	5 h ebul.	%	
EA-1	1800.6	1785.2	2102.1	2243.1	17.60%	25.43%	0.69
EA-2	1838.5	1714.5	2063.9	2205.8	19.00%	26.72%	0.71
EA-3	1804.5	1786.8	2138.3	2286.3	19.48%	27.68%	0.70
EA-4	1819.5	1782.2	2119.1	2254.6	18.52%	25.96%	0.71
EA-5	1810.5	1785.9	2116.4	2248.1	18.25%	25.53%	0.72
Promedio					18.57%	26.27%	0.71

Tabla 40: Resultados de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación
– Modesto Llanos.

Especimen	Peso(kg)				Absorc.	Abs. Máx.	Coef. Saturac.
	Nº	Natural	Seco	24h inm.	5 h ebul.	%	
MLL-1	1734	1729.7	2036.9	2184	17.72%	26.20%	0.68
MLL-2	1722.5	1720.5	1957.2	2123.3	13.74%	23.38%	0.59
MLL-3	1833	1826.6	2141.5	2293	17.18%	25.44%	0.68
MLL-4	1704.5	1698.7	1987.5	2130	16.94%	25.30%	0.67
MLL-5	1730	1723.2	2018.7	2172.4	17.08%	25.97%	0.66
Promedio					16.53%	25.26%	0.65

Tabla 41: Resultados de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación

– Uber Lozano.

Especimen	Peso(kg)				Absorc.	Abs. Máx.	Coef. Saturac.
	Nº	Natural	Seco	24h inm.	5 h ebul.	%	
UL-1	1471	1460.4	1731.3	1848.3	18.42%	26.37%	0.70
UL-2	1676.3	1656.2	1942.5	2066	17.08%	24.45%	0.70
UL-3	1448.5	1447.2	1754.5	1870.3	21.22%	29.21%	0.73
UL-4	1648.5	1633.6	1901.6	2018.8	16.26%	23.37%	0.70
UL-5	1872.8	1861.4	2144.3	2258.1	15.11%	21.18%	0.71
Promedio					17.61%	24.91%	0.71

Tabla 42: Resultados de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación

– Marcos Arévalo.

Especimen	Peso(kg)				Absorc.	Abs. Máx.	Coef. Saturac.
	Nº	Natural	Seco	24h inm.	5 h ebul.	%	
MA-1	1542	1528.2	1889.3	2063.4	23.42%	34.71%	0.67
MA-2	1604.5	1591.6	1962.8	2136	23.13%	33.93%	0.68
MA-3	1517.5	1509.8	1840.9	1989.5	21.82%	31.61%	0.69
MA-4	1538	1525.6	1880	2055.9	23.04%	34.48%	0.67
MA-5	1597.3	1534.1	1962.3	2118.5	26.81%	36.59%	0.73
Promedio					23.64%	34.26%	0.69

Tabla 43: Resultados de Absorción, absorción máxima y coeficiente de saturación

– Clariza Gonzales.

Especimen	Peso(kg)				Absorc.	Abs. Máx.	Coef. Saturac.
	Nº	Natural	Seco	24h inm.	5 h ebul.	%	
CG-1	1833	1826.6	2141.5	2293	17.18%	25.44%	0.68
CG-2	1800.6	1785.2	2102.1	2243.1	17.60%	25.43%	0.69
CG-3	1734	1729.7	2036.9	2184	17.72%	26.20%	0.68
CG-4	1471	1460.4	1731.3	1848.3	18.42%	26.37%	0.70
CG-5	1542	1528.2	1889.3	2063.4	23.42%	34.71%	0.67
Promedio					18.87%	27.63%	0.68

La absorción máxima no sobrepasará el 22% [San Bartolomé, 1998]. Para las unidades de la zona en estudio esta condición no es la satisfactoria y por tal motivo contienen más humedad; pero existe una contradicción ya que el coeficiente de saturación es bajo, lo que indicaría que es poco absorbente y muy durable. En la Tabla N° 44, se muestra el resumen de los resultados.

Tabla 44: Resumen de Resultados.

Propietario	Absorción	Absorción. Máx.	Coeficiente. Saturación.
	%	%	
Edilbrando Aguilar	18.57%	26.27%	0.71
Modesto Llanos	16.53%	25.26%	0.65
Uber Lozano	17.61%	24.91%	0.71
Marcos Arévalo	23.64%	34.26%	0.69
Clariza Gonzales	18.87%	27.63%	0.68
Prom.	19.05%	27.67%	0.69

CAPITULO IV. CONCLUSIONES

1. Las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King-Kong del sector Fila Alta no cumplen con lo que establece la norma E-070 del RNE.
2. La variabilidad dimensional no alcanza los valores mínimos, según lo que establece la norma E-070 en la tabla 1, para poder clasificar a los ladrillos en función a su tipo.
3. En cuanto al alabeo, según la tabla 1 de la Norma E-070, las unidades de ladrillos no clasifican para fines estructurales.
4. Los resultados de resistencia a compresión de los ladrillos f'_{cb} , dan un valor promedio de 39.81 kg/cm^2 ; resultado que no se aproxima al mínimo de 50 kg/cm^2 recomendado en la propuesta de norma E-070.
5. En cuanto a la resistencia por tracción, el módulo de ruptura toma valores altos, los cuales no son aceptados por la norma, porque no hay una correlación entre la resistencia en compresión baja con una resistencia en tracción alta, por lo que según Bonett (2003), éstas unidades no clasifican.
6. El peso específico se encuentra en un rango aceptable, siendo el promedio de 1.54 gr/cm^3 para este tipo de unidades.
7. El contenido de humedad para las unidades de la ladrillera Edilbrando Aguilar es el más alto, correlacionándose con el valor de succión más bajo. De la misma forma, de la ladrillera de Uber Lozano, tienen uno de los más bajos contenidos de humedad, correlacionándose con una succión muy elevada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afanador, N. (2011). Colombia. Proyecto de investigación "Propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos producidos en el municipio de Ocaña". Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

AIIS (Asociación de Ingeniería Sísmica). (2004). Guía de Patologías constructivas, estructurales y no estructurales. Bogotá-Colombia. Disponible en:
<http://bdigital.eafit.edu.co/PROYECTO/P624.183CDA681/fulltext.pdf>.

Aguirre, DR. (2004). Perú. Proyecto de tesis "evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín". Pontificia Universidad Católica del Perú.

Díaz, B., León, R. (2003). Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios, aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada, Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, 2003.

Fernández, YK. (2010). "Influencia del tipo de arcilla en las características técnicas del ladrillo King-Kong". Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca.

Fontana, A. (1999). "Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la Región Grau-Piura". Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Gallegos, H. (1989). "Albañilería Estructural". Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES. Disponible en http://www.ladrillositalperu.com/331_017.pdf.

INDECOPI. 2006. Norma Técnica Peruana. S/E. Lima Perú.

ININVI (1982). Norma Técnica de Edificación E-070 Albañilería.

ITINTEC (1978). Norma Técnica Nacional 331.017 Elementos de arcilla cocida.

Mendoza Martínez, S. 2010, Casi un tercio de la producción de ladrillos es informal, Perú, (en línea) consultado 23 ene 2013. Disponible en http://elcomercio.pe/economia/619321/noticia-casi-tercio-produccion-ladrillos-informal_1.

RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones). 2012 "ALBAÑILERIA". Norma E-070.

Rosales, Casi un tercio de la producción de ladrillos es informal, 2010 Perú (en línea), consultado 23 ene 2013. Disponible en:

http://elcomercio.pe/economia/619321/noticia-casi-tercio-produccion-ladrillos-informal_1.

Sahlin, Sven (1971) "Structural Masonry", Prentice Hall.

San Bartolomé, Á. (1998). Construcciones de Albañilería. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

SENCICO. (2004) "Proyecto de Normas Técnicas de Edificación E-070 Albañilería".

Sánchez, N. Zapata, M. Granados, H. (1992). "ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PRODUCIDAS EN HUANCAYO", IX CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL, Colegio de Ingenieros del Perú, Concejo Departamental de Ica-1992.

ANEXOS



Figura 11: Visita a las ladrilleras del Sr. Edilbrando Aguilar



Figura 12: Observamos el horno artesanal del Sr. Uber Lozano



Figura 13: Compra de ladrillos king-kong para su posterior ensayo



Figura 14: Realización del ensayo de variación dimensional

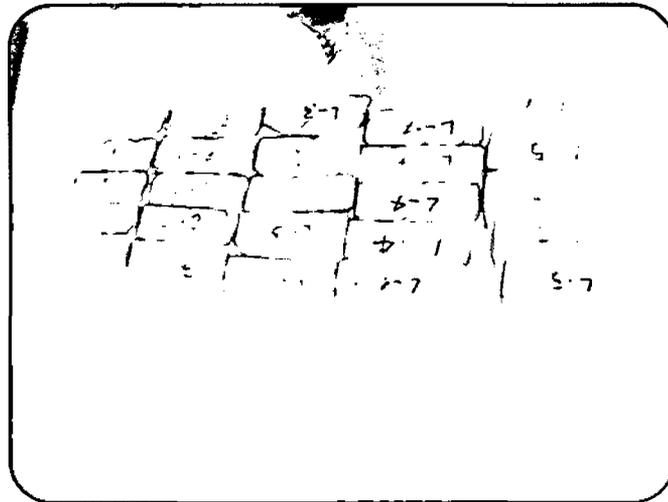


Figura 15: Ladrillos seleccionados para el ensayo a la compresión (laboratorio UNC-JAEN)



Figura 16: Rotura de ladrillos en el laboratorio UNC-Jaén



Figura 17: Selección de ladrillos para su posterior ensayo



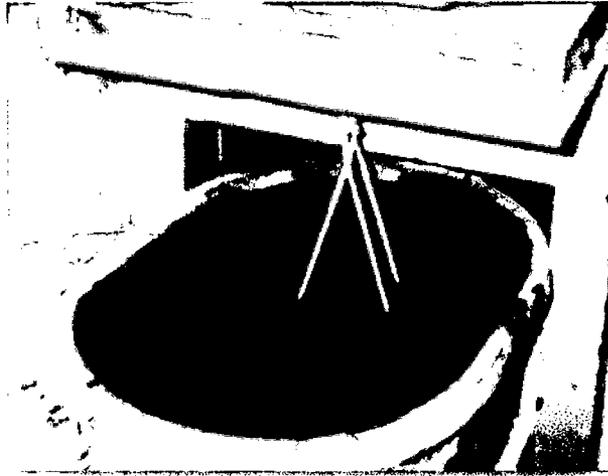
Figura 18: Ensayo a la compresión de los ladrillos (laboratorio magma)



Figura 19: Ensayo a la tracción



Figura 20: Ensayo de alabeo en una unidad del sector fila alta



Peso específico

Figura 21: Control de peso de unidad sumergida



Figura 22: Nivelación de los soportes antes del ensayo de succión.



Figura 23: Evaluación de la succión en una unidad de ladrillo

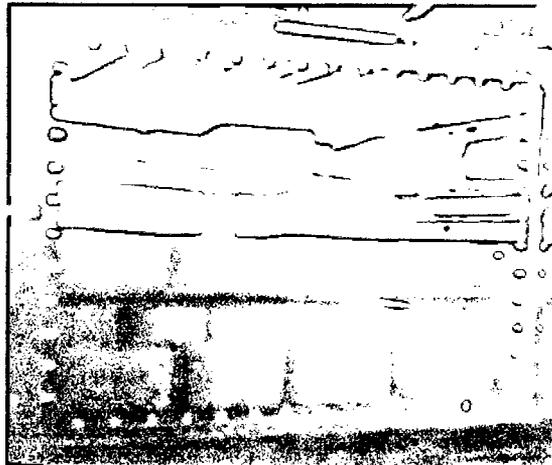


Figura 24: Unidades secadas al horno



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"

SECCIÓN JAÉN

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de Febrero de 1,962
Bolívar N° 1342 – Plaza de Armas – Telfs. 431907 - 431080
JAÉN – PERÚ



ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN

"Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria"

CONSTANCIA

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – SEDE JAÉN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA; HACE CONSTAR:

Que, el Bach. **ABELINO MEGO BARBOZA** Identificado con DNI N° 45925123 Alumno del curso de Titulación mediante Tesis de la EAPIC-UNC-SJ, durante los días del 25 al 28 de Febrero del 2013, ha realizado Ensayos a la Compresión de Ladrillos en el Laboratorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, Sede Jaén, para su Proyecto de Tesis denominada "Evaluación de Las Propiedades Físicas Mecánicas de los Ladrillos King – Kong, producidos en el Sector de Fila Alta- Jaén".

Se le expide la presente Constancia a solicitud del interesado para los fines convenientes.

Jaén, 15 de julio del 2013.

cc.

Archivo

MFH/DEAPIC

Eaaa/Sec



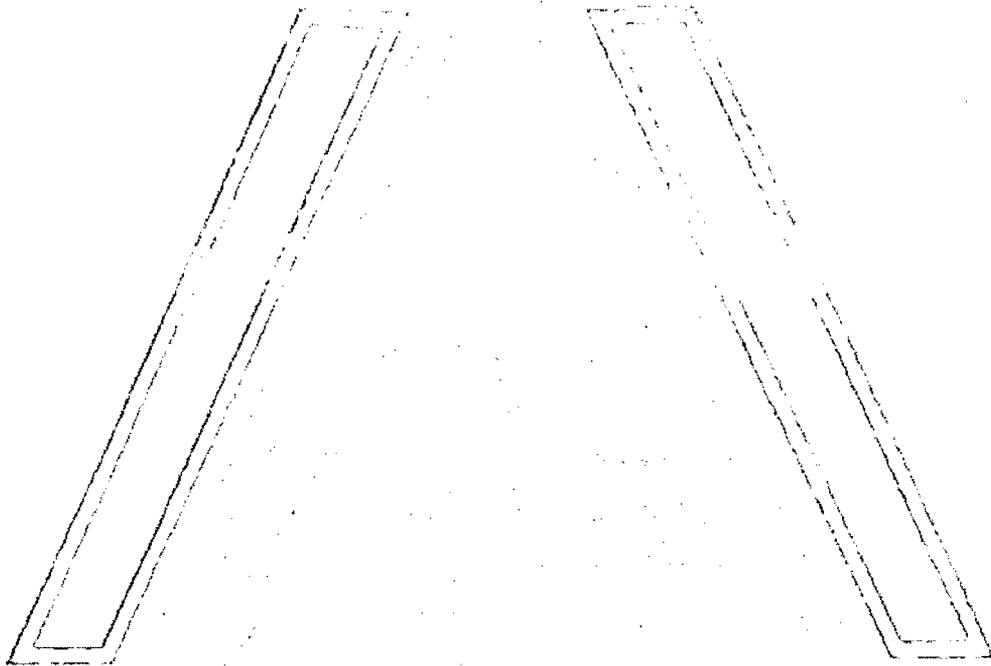
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA-SEDE JAÉN
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Maurilio Plata Hernández
Mg. Maurilio Plata Hernández
DIRECTOR EAPIC-SEDE-JAÉN

ENSAYOS DE CALIDAD DE CONCRETO

PROYECTO:
ELABORACION DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TEMA:
**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS
KING KONG PRODUCIDOS EN EL SECTOR FILA ALTA - JAÉN**



SOLICITADO POR:
BACH. ING. CIVIL ABELINO MEGO BARBOZA

ELABORADO POR:

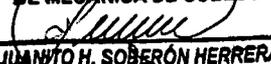
SOLICITA : BACH. ING. CIVIL ABELINO MEGO BARBOZA
 ENSAYO : COMPRESION DE LADRILLO DE ARCILLA
 FABRICA : CERAMICOS ARTESANAL - VARIOS
 LADRILLO : TIPO I
 PROYECTO : ELABORACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
 TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS KING KONG PRODUCIDOS EN EL SECTOR FILA ALTA - JAÉN
 FECHA : MARZO 2013

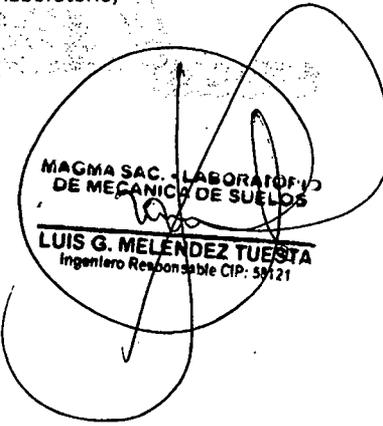
Nº DE ORDEN Y MARCA DEL LADRILLO	FECHA DEL ENSAYO	LECTURA DIAL kN	CARGA DE ROTURA EN Kg/f	RESIST. A LA COMPRESION Kg/cm2
01 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL E. AGUILAR F. - Jaén	11/03/2011	80.6	8218.94	29
02 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL M. LLANOS M. - Jaén	11/03/2011	131.3	13388.92	46
03 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL U. LOZANO H. - Jaén	11/03/2011	92.9	9473.20	34
04 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL M. AREVALO M. - Jaén	11/03/2011	161.7	16488.87	56
05 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL GLASISA GONZÁLES - Jaén	11/03/2011	163	16621.44	57

CARACTERISTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO					
DIMENSIONES	E. AGUILAR F.	M. LLANOS M.	U. LOZANO H.	M. AREVALO MATTÁ	CLASISA GONZALES
	M1	M2	M3	M4	M5
Largo :	22.0 cm	22.5 cm	21.7 cm	22.5 cm	22.5 cm
Ancho :	13.0 cm	13.0 cm	13.0 cm	13.0 cm	13.0 cm
Alto :	7.0 cm	7.0 cm	7.0 cm	7.0 cm	7.0 cm
Area bruta :	286 cm2	292.5 cm2	282.1 cm2	292.5 cm2	292.5 cm2

NOTAS:

El ensayo se realizó en presencia del solicitante.
 El Laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de Ladrillos de arcilla, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la compresión, por tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dichos ladrillos.
 Los datos de la obra de procedencia de los ladrillos y del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos.
 Este informe consta de una página en total prohibida su reproducción parcial sin autorización del laboratorio.

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBORON HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS G. MELENDEZ TUESTA
 Ingeniero Responsable CIP: 59121

SOLICITA : BACH. ING. CIVIL ABELINO MEGO BARBOZA
ENSAYO : A LA TRACCIÓN DE LADRILLO DE ARCILLA
FABRICA : CERAMICOS ARTESANAL - VARIOS
LADRILLO : TIPO I
PROYECTO : ELABORACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
TEMA : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS KING KONG PRODUCIDOS EN EL SECTOR FILA ALTA - JAÉN
FECHA : MARZO 2013

Nº DE ORDEN Y MARCA DEL LADRILLO	FECHA DEL ENSAYO	LECTURA DIAL KN	CARGA DE ROTURA EN Kg/f	RESIST. A LA TRACCIÓN Kg/cm2
01 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL E. AGUILAR F. - Jaén	11/03/2011	10.1	1029.92	34
02 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL M. LLANOS M. - Jaén	11/03/2011	6.9	703.61	22
03 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL U. LOZANO H. - Jaén	11/03/2011	5.4	550.65	18
04 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL M. AREVALO M. - Jaén	11/03/2011	9.7	989.13	28
05 Ladrillo de arcilla Tipo I (sólido).- Fabrica: ARTESANAL GLASISA GONZÁLES - Jaén	11/03/2011	8.2	836.17	26

CARACTERÍSTICAS DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

DIMENSIONES	E. AGUILAR F.	M. LLANOS M.	U. LOZANO H.	M. AREVALO MATTÁ	CLASISA GONZALES
	M1	M2	M3	M4	M5
Largo	22.0 cm	22.5 cm	21.7 cm	22.5 cm	22.5 cm
Ancho	13.0 cm	13.0 cm	13.0 cm	13.0 cm	13.0 cm
Alto	7.0 cm	7.0 cm	7.0 cm	7.0 cm	7.0 cm
Dist. entre apoyos:	14 cm	13.5 cm	14 cm	12 cm	13 cm

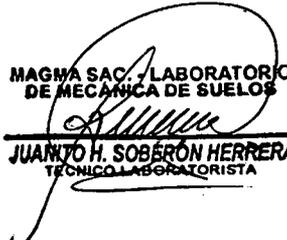
NOTAS:

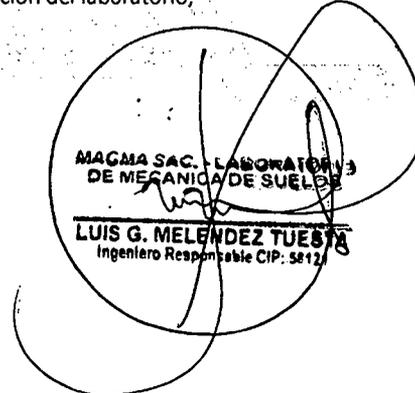
El ensayo se realizó en presencia del solicitante

El Laboratorio no ha intervenido en la toma de muestras de Ladrillos de arcilla, ni en la preparación de los mismos, sólo se ha limitado a ensayarlos a la tracción, por tanto, sólo responde por los resultados obtenidos en dichos ladrillos.

Los datos de la obra de procedencia de los ladrillos y del solicitante fueron declarados como aparecen arriba por quien entregó los especímenes, siendo por ende responsabilidad de este último la veracidad de ellos.

Este informe consta de una página en total prohibida su reproducción parcial sin autorización del laboratorio,

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

JUANJO H. SOBÉRÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LUIS G. MELENDEZ TUESTA
 Ingeniero Responsable CIP: 5812

Registro de la Propiedad Industrial

Oficina de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00042358

La Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo :



Distingue :

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y concreto para obras y proyectos de irrigación, hidroenergéticas, viales, edificaciones en general; servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a actividades de ingeniería

Clase :

42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud :

0266428-2006

Titular :

MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.

País :

PERU

Vigencia :

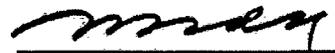
07 de Julio de 2016

Tomo :

212

Folio :

158


MIGUEL ANGEL SANCHEZ
DEL SOLAR QUIÑONES
Jefe de la Oficina
de Signos Distintivos
INDECOPI


MAGMA SERVICIOS GENERALES
DE INGENIERIA S.A.C.
ING. LUIS G. MELÉNDEZ TUER
GERENTE TÉCNICO

LADRILLERA:
EDILBRANDO AGUILAR

LADRILLERA:
MODESTO LLANOS



JR. JUAN PABLO VIZCARDO Y GUZMAN

JR. HUASCAR

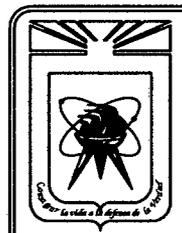
LADRILLERA:
UBER LOZANO

LADRILLERA:
MARCOS ARÉVALO

LADRILLERA:
CLARIZA GONZALES

JR. YAWAR HUACA

UBICACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LOS LADRILLOS
KING-KONG PRODUCIDOS EN SECTOR FILA ALTA - JAEN

ASESOR :

Ing. William Quiroz González.

BACHILLER :

ABELINO MEGO BARBOZA

PLANO:

UBICACIÓN

FECHA: ABRIL DEL 2013

ESCALA 1/500